Handbuch

der

Bergbaukunst,

oder

die Lehre von der Aufsuchung und Gewinnung der nutzbaren Mineralien.

Von

Ch. Combes,

Königl. Französischem Ober-Bergingenieur und Professor der Bergbaukunst an der Bergwerksschule zu Paris.

Deutsch bearbeitet

von

Dr. Carl Hartmann.

Zweiter Band.

Nebst Atlas in Querfolio.

Weimar, 1845.

Verlag, Druck und Lithographie von Bernhard Friedrich Voigt.

Siebentes Kapitel.

Abbaumethoden oder das Ganze des Grubenbaues.

Allgemeine Bedingungen, denen ein Abbausystem entsprechen muss. Bei der allgemeinen Anordnung der Grubenbaue müssen folgende Rücksichten genommen werden:

1) Der Abfluss der in die Baue gelangenden Grundwasser, oder ihre Ausförderung, wenn die Grube keinen Wasserlosungsstollen hat, muss erleichtert werden.

2) Die Förderung der gewonnenen Erze etc. bis zu Tage aus, muss so wohlfeil, als möglich, gemacht werden.

3) Es muss eine hinlängliche Luft- oder Wettermenge in den Bauen, in denen sich die Arbeiter eine kürzere oder längere Zeit aufhalten müssen, circuliren oder wechseln.

4) Die Gewinnung der Erze etc. leicht und wohlfeil zu machen.

5) Die Abbaue so vorrichten, dass man alle oder den grössten Theil der nutzbaren Mineralien gewinnen kann, ohne dass dadurch irgend eine Gefahr für die Arbeiter entsteht.

6) Man muss es vermeiden, viele und lange Strecken offen zu erhalten, indem deren Unterstützung durch Zimmerung oder Mauerung sehr kostbar ist.

7) Man muss Abbaue, sogen. Reservebaue bereit halten, welche belegt oder betrieben werden können, wenn die andern, weil die Erzmittel aufhören, oder weil sie unter Wasser gesetzt worden sind, oder aus irgend einem andern Grunde, verlassen werden mussten.

Die erste Bedingung erfordert im Allgemeinen, dass alle unter dem Wasserlosungsstollen liegende Baue noch über einem Sumpfe liegen, der das Tiefste eines seigern oder donnlegigen Schachtes bildet, mittelst dessen die Wasser durch Maschinen zu Tage geschafft werden. Zu dem Ende müssen die Sohlen dieser Abbaue etwas Fall nach dem Sumpfe oder nach den Strecken haben, die mit dem Sumpfe in Verbindung stehen.

Man genügt der zweiten Bedingung, indem man den Strecken, welche zu den Abbauen führen, einen Fall nach den Füllörtern giebt, dessen Grad von der Art der angewendeten Streckenförderung abhängt. Die wohlfeilste Streckenförderung ist die

mit Wagen auf Eisenbahnen durch Menschen- oder Pferdekraft, je nachdem das Förderquantum kleiner oder grösser ist. Ob es zweckmässig sey, die Kosten an weite Förderstrecken und Eisenbahnen zu wenden, hängt ebenfalls von der Grösse des Förderquantums, von dem Reichthume und der Mächtigkeit der Lagerstätte etc. ab. Der Streckenförderung wird ein besonderes Kapitel gewidmet werden.

Auch von der Wetterführung reden wir in einem besondern Kapitel. Wir begnügen uns hier zu bemerken, dass die Baue, in denen sich die Arbeiter aufhalten, den Theil von einem Wetterzuge bilden müssen, der entweder unmittelbar oder mittelst anderer Baue mit dem Tage in Verbindung steht, und zwar durch zwei Oeffnungen, in deren eine die Wetter einströmen, während sie aus der andern ausziehen, so dass an allen diesen Puncten ein vollständiger Wetterzug stattfindet. Baue mit nur einer Tageöffnung, haben schon bei mittlerer Teufe keine hinlängliche Wetter; der Wetterzug ist nach ihren Dimensionen und nach verschiedenen Umständen verschieden.

Die vierte Bedingung macht die Gestalt und Richtung der Abbaue oft von der Textur der zu gewinnenden Mineralmassen abhängig.

Die fünfte Bedingung verlangt, dass die Abbaumethode der besondern Beschaffenheit der Lagerstätte entspreche, besonders ihrer Mächtigheit, ihrem Fallen, der Festigkeit des Liegenden und Hangenden, der Menge des tauben oder Nebengesteins, welches die nutzbaren Mineralien begleitet, und welches mit den letztern gewonnen werden muss etc.

Die sechste Bedingung erfordert im Allgemeinen, dass die Abbaue einer Grube nicht auf einer weiten Ausdehnung zerstreut liegen, sondern dass die Arbeiter in einem ziemlich begränzten Abbaufelde concentrirt seyen, welches man darauf verlässt, um nie wieder dahin zurückzukehren.

Die siebente Bedingung erfordert, dass auf unregelmässigen Lagerstätten, deren Reichthum vielen Veränderungen unterworfen ist, neben den Abbauen auch gleichzeitig Versuch- und Ausrichtungsarbeiten betrieben werden, welche den Zweck haben, neue Theile der Lagerstätte aufzufinden, auf denen man die Arbeiten in dem Maasse anlegen kann, als die bekannten Mittel und Felder abgebauet worden sind.

Wir werden in dem vorliegenden Kapitel die allgemeinen Grundsätze des Abbaues oder Grubenbaues, welche auf die verschiedenen Lagersätten anzuwenden sind, auseinandersetzen, hauptsächlich mit Berücksichtigung der drei letztern von den obigen Bedingungen.

Eintheilung der Lagerstätten in zwei Classen nach der Menge des Nebengesteins, welches man zur Bergversetzung nehmen kann. Die Lagerstätten können in Beziehung auf die Art und Weise des Abbaues in zwei Classen getheilt werden: Die erstere begreift diejenigen, auf denen die nutzbaren Mineralien mit einer hinreichenden Menge von Neben- und Ganggestein begleitet sind, welche man in der Grube selbst von jenen trennen, ausschlagen und damit die Baue hinlänglich versetzen und sichern kann, so dass keine Brüche zu befürchten sind.

Die zweite Classe umfasst diejenigen Lagerstätten, bei denen die zu trennenden unhaltigen Massen zum Bergeversatz nicht hinreichen.

Zu der erstern gehören die meisten Erzgänge, während die zweite hauptsächlich die Kohlen-, Steinsalz- und Lagerstätten von nutzbaren Steinen, sowohl die lagerals auch die stockförmigen, umfasst. Jedoch giebt es überall bedeutende Ausnahmen.

In jeder Classe sind die Abbaumethoden zuvörderst nach der geringern oder grösseren Mächtigkeit der Lagerstätte verschieden, ohne dass man aber im Stande ist, irgend scharfe Grenzen zwischen mächtigen und nicht mächtigen Lagerstätten zu bezeichnen, weil diese Grenzen in Beziehung auf die Wahl der Abbaumethoden nicht absolut sind, sondern von der Festigkeit des Nebengesteins und der Lagerstätte selbst abhängig sind.

Endlich sind die Abbaumethoden auch nach den Lagerungsverhältnissen und nach dem Reichthume der Lagerstätten, ob sie regelmässig oder unregelmässig, verschieden. Im letztern Falle müssen dem Abbaue Ausrichtungsarbeiten vorangehen und zwar muss der Betrieb derselben so geführt werden, dass sie im Fall der Ausrichtung der Lagerstätte den Abbau vorrichten und erleichtern. Im erstern Falle hat die Ausrichtung keinen Nutzen.

Wir werden in dem Folgenden hauptsächlich den Geist der Abbaumethoden aufzufassen suchen, ohne auf viele Einzelnheiten einzugehen, indem dieselben ausserordentlich verschieden sind und von rein localen Ursachen abhängen. Gewöhnlich lehren wir die Methoden durch Beispiele aus solchen Bergwerken kennen, wo sie schon lange mit Erfolg angewendet worden sind.

Lagerstätten von geringer Mächtigkeit u. mit hinlänglich vielen Gangarten, um damit die abgebaueten Räume versetzen zu können. Der Abbau ist der möglichst einfachste, wenn die Mächtigkeit, einer Lagerstätte gering ist, die Gangarten aber hinreichen, um die abgebaueten Räume damit versetzen zu können, so dass keine Brüche zu befürchten sind. Es ist dies der Fall bei den meisten Erzgängen des Harzes, Sachsens, Ungarns, Siebenbürgens, Cornwalls etc.

Erzgänge der Grafschaft Cornwall. Die Kupfer- und Zinnerzgänge in Cornwall haben das bedeutende Fallen von 50 bis 70 Grad. Der tiefste Kunstschacht (*Sump,* engl.) ist gewöhnlich ein im Hangenden des Ganges abgeteufter Richtschacht. Wenn derselbe eine Teufe von 10 Faden (Fathoms = 18,29 Met.) unter den alten Bauen auf dem Ausgehenden des Ganges erreicht hat, so fährt man diesem mit einem Querschlage an, oder richtet ihn mit einem solchen aus, den man vom Hangenden bis zum Liegenden treibt. Darauf treibt man auf dem Streichen des Ganges eine Feldstrecke zu beiden Seiten des Querschlages und giebt der Sohle derselben ein geringes Fallen nach diesem letztern zu, so dass die Wasser dem Schachte zugeführt werden. Diese Feld- oder Gezeugstrecke dient zur Ausrichtung des Ganges nach seinem Streichen, während durch ihren Betrieb auch schon Erz gewonnen wird. Man macht sie mit andern Richtschächten, die zur Wasserhaltung dienen, oder mit nach dem allgemeinen Fallen des Ganges getriebenen, flachen oder donlägigen Schächten, welche durch die schon vom Wasser gelös'ten obern, alten Baue gehen, durchschlägig und stellt auf diese Weise den Wetterzug her. Während dem wird der Kunstschacht immer weiter abgesunken, von welchem aus man stets, 10 Faden untereinander, Querschläge treibt, welche den Gang ausrichten. In jeder Sohle treibt man auf dem Streichen des Ganges Feldstrecken unter der ersten, welche dann durch flache Schächte, die man gewöhnlich auf den reichsten Puncten des Ganges abteuft, untereinander in Verbindung gesetzt werden. Die Lagerstätte wird auf diese Weise in rechteckige Massen getheilt, deren obere abgebauet werden und Erze liefern, während man die untern Massen vorzurichten und auch mit dem Absinken des Hauptkunstschachtes fortfährt. Die Feldstrecken dienen zum Ausrichten der Lagerstätte, zugleich auch zur Abführung der

Grundwasser und zur Förderung der gewonnenen Erze bis zum Förderschachte. Die Wetter erhalten sie durch die von Distanz zwischen den verschiedenen auf dem Gange getriebenen Schächten, sowie auch durch die mit den Tageschächten durchschlägigen Querschläge zugeführt. Dieses allgemeine System entspricht daher allen Bedingungen eines guten Abbaues. Es bleibt uns nun noch übrig der eigentliche Abbau oder die Gewinnung der rechtechigen Erzmassen, die von den Feldstrecken und den Verbindungsschächten begrenzt sind.

Die Bergleute, welche im Gedinge arbeiten, greifen diese Erzmittel an einer der Ecken an, die an der Verbindung eines Schachtes mit einer Feldstrecke befindlich sind, z. B., bei *a*, Fig. 2, Taf. 20. Der Abbau erfolgt von Unten nach Oben und es heisst daher ein solcher Abbau ein Firsten- oder Förstenbau. Sie gewinnen mittelst der Sprengarbeit das ganze Mittel, oder die ganze Abtheilung des Ganges, schlagen die Wände aus, d. h., trennen das Erz von dem tauben Gestein, laden das erstere in Karren und fördern es zum Schachte, während das letztere nach einem benachbarten Orte in der Grube gefördert wird, wo es am Wenigsten hindert. Wenn auf diese Weise eine 2 Met. hohe, 2 bis 4 Met. lange und so mächtige Masse, wie der Gang gewonnen worden ist, so wird in der Firste der Feldstrecke ein sogen. Firstenkasten *a p* geschlagen, worüber wir Bd. I S. 215 etc. näher redeten und auf die verschiedene Einrichtung desselben, je nach der verschiedenartigen Festigkeit des Nebengesteins, aufmerksam machten, wesshalb wir hier darauf verweisen. Auf diesen Firstenkasten wird das ausgesshlagene taube Gestein, welches zuvörderst bei Seite gebracht worden war, gestürzt. Es wird auf diese Weise der durch den Abbau hervorgebrachte leere Raum so ausgefüllt, dass vor der Stirn des Förstenbaues nur der erforderliche Raum für die Häuer bleibt, welche nun mit dem Abbaue sowohl in saigerer, als söhliger Richtung fortfahren. Ist der Abbau auf diese Weise eine Zeit lang fortgesetzt, so hat seine Stirn oder Front das Ansehen einer von *m* nach *n* geneigten Oberfläche mit Stufen, oder das einer umgekehrten Treppe, wie Fig. 2 zeigt. Die Berge, welche auf den Förstenkasten gestürzt werden, füllen den leeren Raum bis auf 1,50 bis 2 Met. von der Stirn der Förste. In dem Maasse, dass der Abbau fortschreitet, werden die ausgeschlagenen Erze entweder durch die Oeffnung zwischen dem Kastenende *p* und dem noch nicht angegriffenen Erze oder durch den Schacht *a m*, desshalb Rolle oder Rollschacht (*cheminée*) genannt, auf die untere Strecke gestützt. Zwei Stösse dieser Schächte werden von den grössten Stücken der Berge in trockner Mauerung aufgeführt.

Sind die gewonnenen Berge nicht hinreichend, um die abgebaueten Räume vollständig zu versetzen, ist aber das Nebengestein des Ganges fest, so lässt man in dem Versatze leere Räume und die Arbeiter stellen sich zur Fortsetzung der Arbeit auf Bühnen, die aus Stempeln zwischen dem Hangenden und Liegenden und aus darauf gelegten Pfosten bestehen.

Gewinnt man dagegen zuviel taubes Gestein, so muss man einen Theil davon entweder an einen andern Punct der Grube fördern, um damit zu versetzen, oder, wenn man nicht anders kann, ihn zu Tage fördern.

Enthält das Mittel nur an einigen Puncten Erz, bildet es, z. B., eine Art von Säule nach dem stärksten Fallen des Ganges, so erhält der Förstenbau das Ansehen von *A* oder *B*, Fig. 2, Taf. 20, und er beschränkt sich nur auf den erzführenden Theil.

Der Bau wird von zwei Schächten begrenzt, welche zum Wetterwechsel, zum Fahren der Arbeiter und zum Herabstürzen der Erze auf eine untere Strecke dienen.

Die Cornwalliser Gänge sind oft so reich, dass das gewonnene taube Gestein zum vollständigen Versetzen der durch den Abbau gebildeten leeren Räume nicht hinreicht. Jedoch hat dies keine Nachtheile, da Hangendes und Liegendes hinlänglich fest sind.

Einrichtung der Gedinge in Cornwall. Diese ist so eigenthümlicher Art, dass wir nicht umhin können, etwas Näheres darüber zu sagen. Die Gedinge werden alle 2 Monate öffentlich ausgeboten, wozu sich nicht allein die Bergleute, welche bisher auf einer Grube gearbeitet haben, sondern alle in der Gegend wohnenden versammeln, um zu bieten, und zu versuchen, ob sie daselbst ein vortheilhaftes Gedinge erhalten können. Dieselben können vorher die Gruben befahren und sich genaue Kenntniss von dem Zustande der Arbeiten verschaffen. Die Steiger und Directoren setzen eine Arbeit nach der andern zum Abbieten aus. Ist das geringste Gebot der Arbeiter höher, als sie glauben, dass sie geschafft werden muss, so schlagen sie dieselbe nicht zu, sondern suchen nachher durch ein freiwilliges Abkommen das Gedinge zu erhalten; erreicht dagegen das geringste Gebot diesen Preis, oder kommt es noch darunter, so schlagen sie augenblicklich zu. Die allgemeinen Bedingungen des Verdingens, die Art der Ungelder-Erhebung, werden vorher durch öffentliche Anschläge bekannt gemacht. Bei Strecken, Schächten, Uebersichbrechen, wird das Gedinge nach der Länge oder Tiefe geschlossen; die Förderung, Gezähe, Pulver und sonstige Materialien sind mit eingeschlossen; nur die Wasserhaltung, Grubenaussicht liegt nicht mit auf dem Gedinge. Bei der Erzgewinnung ist das Gedinge noch eigenthümlicher; es ist weder auf einen cubischen herauszuschlagenden Raum, noch auf ein bestimmtes Maass oder Gewicht zu liefernder Fördermasse, sondern auf den Werth der aufbereitet und als an die Hütten verkäuflich zu liefernden Erze geschlossen, so weit nämlich diese Aufbereitung auf eine einfache Weise durch Handscheidung, Rätterwäschen, Siebsetzen geschehen und von dem Bergmanne übersehen werden kann. Die weitere Aufbereitung durch Poch- und Quetschwerke geschieht theils auf Rechnung der Grube, theils in besonderen Gedingen. Bei einem solchen Gedinge nach dem Werthe der darzustellenden Erze ist die Grube sicher, dass der Bergmann nichts verabsäumt, was in seinen Kräften steht, um so viele und so gute Erze zu fördern, als er kann; und die ganze Aufsicht, wenn der Bergmann gewandt und geschickt ist, braucht sich darauf zu beschränken, dass er vor keine andere, als die verdungene Arbeit fährt; was um so leichter geschehen kann, je stärker die Gruben belegt sind. Die Gedinge werden auf 2 Monate geschlossen, und in dieser Zeit erhält der Bergmann nur Abschlagszahlungen, die nach der Höhe seiner Leistungen regulirt werden. Der Gedingnehmer stellt die vorgeschriebene Anzahl von Leuten zur Cameradschaft, zur Streckenförderung, zur Aufbereitung, und haftet für diese. Bei dem Abbaue der Erze, wo es so sehr darauf ankommt, keine Erze unter den Bergen zu verstürzen, die Handscheidung in der Grube, so weit als thunlich, gehen zu lassen, um das Förderquantum zu vermindern, das Hangende und Liegende der Gänge wund zu halten, um abgehende Erztrümmer zu verfolgen, wo es Noth thäte, jedem Bergmanne noch einen Aufsichter zu halten, wenn er nicht von selbst auf diese Umstände achtet, da leistet diese Gedingstellung treffliche Dienste. Die Gedingabnahme geschieht nach dem Resultate sorgfältig genommener Proben, von denen der Bergmann einen Theil erhält, um sich von ihrer Richtigkeit zu überzeugen, wenn er es für nöthig

findet, und nach dem Marktpreise des Kupfers, welcher bei den öffentlichen Erzversteigerungen, die wöchentlich gehalten werden, bekannt gemacht wird. Die Lohnung geschieht 14 Tage nach Ablauf des Gedinges, während welcher Zeit die Grube ein förmliches Conto in ihren Büchern mit dem Gedingträger führt. Wenn es auf der einen Seite bequem und vortheilhaft ist, alle Nebenkosten mit auf das Gedinge zu schlagen, weil die Berechnung, wie hoch mit demselben, z. B., bei'm Erzgedinge zu steigen ist, um noch Vortheil bei dem Betriebe zu haben, sich sehr leicht herausstellt; so wird dadurch die Lohnberechnung verwickelt und nur durch eine sorgfältige Buchführung erleichtert. Dies Verfahren ist insofern öconomisch, als jeder Bergmann ein Interesse daran nimmt, dass mit allen Materialien auf das Wirthschaftlichste umgegangen wird, und eine so allgemeine Aufsicht stattfindet, wie sie sonst durch kein Mittel erreicht werden kann.

Diese Gruben-Haushalts-Einrichtung hat grosse Vortheile. Es erleichtert die Aufsicht, vereinfacht die Rechnungsführung und ist sehr darauf berechnet, die Aufmerksamkeit und Thätigkeit der Bergleute, sowohl zu ihrem eigenen Vortheil, als zu dem der Gruben, in Anspruch zu nehmen. Sie haben ein Interesse dabei, nach der Erhaltung des Gezähes zu sehen, welches sie auf eigene Kosten unterhalten müssen, als auch die Förderleute etc. zu beaufsichtigen. Uebrigens sind zu dieser Einrichtung sehr ausgedehnte Baue erforderlich, indem die von den verschiedenen Cameradschaften gewonnenen Erze jede besonders ausgefördert werden. Da ferner zu einer jeden solchen Cameradschaft, die mit dem Abbaue einer gewissen rechteckigen Erzmasse beschäftigt ist, nur eine geringe Anzahl von Bergleuten gehören, so sind sehr ausgedehnte Ausrichtungs- und Vorrichtungsarbeiten erforderlich und es müssen sehr bedeutende Streckenlängen offen erhalten werden. In Cornwall hat dies um so weniger Nachtheile, da der Reichthum der Gänge sehr regelmässig und das Nebengestein, mit einigen wenigen seltnen Ausnahmen, sehr fest ist.

Gruben der Gegend von Freiberg im Erzgebirge. Förstenbaue (*ouvrages montants, ou à gradins renversés*). In den Silberbergwerken der Umgegend von Freiberg sind die Gänge ebenfalls durch Feldstrecken, dort Gezeugstrecken genannt, welche von dem auf dem Gange abgesunkenen Schachte aus streichend getrieben sind, in Massen abgetheilt. Diese Gezeugstrecken liegen die erste 20 Lachter unter dem tiefsten Stollen der Grube, die zweite 20 Lachter unter der ersten u. s. f. Sie sind durch ebenfalls flache Schächte miteinander in Verbindung gesetzt, deren Entfernung voneinander jedoch verschieden ist, jenachdem es die Wetternöthigkeit erfordert. Man beginnt einen Förstenbau unten von einem solchem Schachte aus, und die Förstenbaue zweier benachbarter Massen haben alsdann das Ansehen von $a\,p\,n\,m\,m'\,n'\,p'\,a'$, Fig. 2, Taf. 20. Die Förstenstösse sind gewöhnlich nur $\frac{3}{4}$ Lachter hoch und 2 oder 3 Lachter lang, und jeder ist mit einem Häuer belegt. Statt eines hölzernen Förstenkastens schlägt man gewöhnlich in der Förste der untern Gezeugstrecke ein flaches Förstengewölbe, auf welches man das ausgeschlagene taube Gestein stürzt. Mitten in dem Versatze lässt man, von 20 zu 20 Lachtern, Rollschächte offen, um die Erze auf die nächst untere Gezeugstrecke zu stürzen. Da, wo edle Geschicke, d. h., Erze von edlen Metallen, brechen, wie es in vielen Freiberger Gruben der Fall ist, wird mit grösster Sorgfalt bei'm Aushalten verfahren. In der Regel führt der Förstenbau einen grössern Erzverlust herbei, als der Strossenbau, den wir sogleich kennen lernen werden; allein er hat sonst so viele Vorzüge vor diesem, und es entsteht bei

den Strossenbauen mehr Grubenklein, welches bei der Aufbereitung einen grössern Erzverlust dadurch herbeiführt, dass die Menge des zur nassen Aufbereitung abzugebenden Erzes grösser wird. Wo bei der Förstenarbeit edle Geschicke anstehen, da stampft man die Sohle mit Letten aus, oder belegt sie zuweilen auch wohl mit Planen, ehe man den verschrämten Gang hineinschiesst. Es ist dabei besonders nöthig, die Bohrlöcher zweckmässig anzusetzen und dieselben nur mit soviel Pulver wegzuthun, dass sie den Gang nicht weit werfen, sondern nur ablösen.

Die Häuer arbeiten im Gedinge nach der Höhe des Förstenstosses und auf eine gewisse Länge, wofür sie ein gewisses Lohn erhalten und dabei das Pulver und die Gezähe geliefert erhalten. Der Bergversatz und die Förderung werden von Tagelöhnern ausgeführt.

Am Oberharze wendet man neuerlich ebenfalls fast durchgängig Förstenbaue, statt der ehemaligen überall üblichen Strossenbaue, an. Wir wollen einige Verhältnisse dieser Art anführen. Um solche Umänderung vorzunehmen, lässt man die noch anstehenden Strossen stehen, legt in tiefern Sohlen Strecken an und macht Abteufen und Uebersichbrechen.

Ein sehr instructiver Förstenbau ist der auf der Grube Neuer St. Joachim bei Zellerfeld. Vom 3. Feldort (1. über dem tiefen Georgstollen) bis 13 Lachterstollen sind 46 Lachter nach der Donnlage. Hier liegen 46 Förstenstösse mit durchgängig 1 Lachter Höhe auf 60 Lachter Länge des Baues, mithin bei ungefähr $1\frac{1}{2}$ Lachter langen Sohlen übereinander. Der Gang ist 4 Lachter mächtig, allein da es nicht möglich ist, ihn in einem Baue zu fassen, so bleibt davon mehr als ein Lachter im Liegenden dem künftigen separaten Angriffe reservirt. Dieser Förstenbau zeichnet sich durch äussere Regelmässigkeit aus, nicht allein bei den Försten-, sondern auch bei den Kastenstössen. Die Rolllöcher werden rund und sorgfältig ausgemauert, wobei gar kein Bindemittel angewandt wird. Die Kastenstempel sind mit 6—7zölligem Rundholze gedeckt und erhalten, wo das Liegende feig ist, oft Fusspfähle und werden an langen Anpfählen niedergetrieben. Neuerlich sind die Kasten durch Gewölbemauerung ersetzt.

Auf der Grube Thurm-Rosenhof bei Clausthal wird ein sehr regelmässiger Förstenbau betrieben. Der Gang ist dort nicht mächtig und bedarf nur gewöhnlicher Feldortsbreite zum Abbaue; das Nebengestein ist fest. Die Sohlen werden bis 6 Lachter lang, die Stösse durchgängig $1\frac{1}{2}$ Lachter hoch genommen und Erz und Gestein einmännisch hereingeschossen. Die Förstenhäuer verrichten früh eine 4stündige Frohnschicht, in welcher sie Berge versetzen, Wände zerschlagen, Kasten säubern und sonstige Arbeiten, wozu sie von den Steigern angewiesen werden, verrichten und bohren dann in der 4-stündigen Bohrschicht 52 Z. über der Schulter nass, oder 40 Z. trocken. Die Bohrlöcher werden durch die Untersteiger angewiesen, besetzt und weggeschossen. Die Häuer stehen mithin so wenig im Gedinge, als sie Pulver zum freien Gebrauche bekommen, sondern der Bedarf der Bohrlöcher an Pulver ist den Einsichten der Steiger überlassen. Neuerlich wird meistentheils Mauerung statt der Kasten angewendet. Da die Gänge sehr grobglanzig sind, so belegt man die Oberfläche der Förstenkasten mit Dammerde, um das Verstieben des Glanzes unter die Kastenwände zu verhindern.

Auf dem obern Burgstädter Zuge bei Clausthal, auf den Gruben Dorothee und Caroline sind die alten grossen, an 30 Lachter hohen Strossenbaue, seit etwa 20 Jahren auch in Förstenbaue mit unterzogener Mauerung, statt der sonst sehr holzfressenden Zimmerung auf diesen an 3 Lachter mächtigen Bauen, umgeändert. Da der Gang

viel zu mächtig ist, um mit einem Baue gefasst werden zu können, so wird derselbe theilweise abgebauet, nämlich zuerst mit 3 Lachter Breite im Liegenden (auf dem Zellerfelder oder auf dem Stuffenthaler im Hangenden zuerst). Dann lässt man zuweilen ein Erzmittel von $\frac{1}{4}$ Lachter stark stehen, die man dann streichend abbauet. — Das Bohren ist zweimännisch, und zwei Häuer bohren in der 4stündigen Schicht 2 Löcher zu 30 Zoll tief über der Schulter nass; trocken nur $\frac{4}{5}$ soviel. Wo auf den Försten 30 Zoll gebohrt werden, bohrte man vormals auf den Strossen 36 Zoll oder $\frac{1}{6}$ mehr; allein die Förstenarbeit gestattet, dass dem Schusse viel mehr Erzmasse vorgegeben werden kann, da diese durch ihre Schwere sich sogar oft von selbst losmacht und hereinbricht.

In Ungarn und Siebenbürgen sind für den Firstenbau zweierlei Methoden bekannt: der Bau mit Verhauörtel und der gewöhnliche mit Kastenzimmerung oder Firstenmauerung.

Der Betrieb des Firstenbaues mit Verhauörtel geschieht folgendermaassen. Vom Uebersichbrechen aus wird über dem Stollen oder Laufe ein sogenanntes Verhauörtel ebenfalls der Kluft nach fortgeführt, zwischen dessen Sohle und dem Laufsfirst eine nach Verhältniss der Brüchigkeit der First 2 bis 6 Schuh dicke Bergfeste gelassen wird, — zur grösseren Sicherung der Bergfeste, und auch in der Absicht, um alle im Hangenden und Liegenden der Kluft befindlichen nahen parallelen Trümmer mitzunehmen, leitet man den Stollen- und Verhauortbetrieb so ein, dass — wenn das Stollenort im Hangenden der Kluft vorgerückt ist — das Verhauort im Liegenden nachgeführt werden soll, und umgekehrt, wie in Fig. 1, Taf. 20 *A*. — Es ist dieser Betrieb nur bei steilen Klüften anwendbar, wobei die Regel besteht, das Stollen- oder Laufsort immer im festen Hangenden oder Liegenden der Kluft anzusetzen, damit man die Laufzimmerung erspare und den Firstenbau in milderem Gesteine verhauen könne. — Wenn das Verhauörtel schon mehrere Klafter vorgerückt ist, so wird vom Uebersichbrechen aus die erste Firstenstrasse, und zwar 1° hoch und bei ihrer Vorrückung auf 2 bis 3° die zweite, dann die dritte etc. belegt, und so geschieht der Abbau staffelförmig in die Höhe, bis unter die Mittellaufssohle, wo wieder eine Bergfeste von einigen Schuhen zur Sicherung des Laufes gelassen wird.

Der grösste Theil der auf den Firstenstrassen gesprengten Berge bleibt auf der Bergfeste des Verhauörtels liegen, so dass jeder auf den Strassen belegte Arbeiter auf seinen selbst erzeugten Bergen steht.

Um die Berge von dem Verhauörtel wegzuschaffen, schlägt man von Zeit zu Zeit die Bergfeste durch und stürzt auf die Laufsohle herab. Die Uebersichbrechen, von denen aus der Firstenbau anfing, werden entweder ausgezimmert oder noch besser ausgemauert, und so dienen sie theils zur Fahrung, theils zum Berg- oder Pochgangstürzen als Sturzrollen. In einem wohlbetriebenen Firstenbaue müssen jederzeit mehrere solcher Rollen vorgerichtet seyn, die man von Distanz zu Distanz auf 20—30 Klafter voneinander anbringt, in welchen die Berge und Pochgänge separat auf die Laufsohle gelangen. — Bei Vorrichtung dieser Sturzrollen möge als Regel gelten, dass an dem Puncte, wo eine Sturzrolle vom Laufe in die Höhe gehen soll, immer im Liegenden auf 1 oder $1\frac{1}{2}$° eingebrochen werde, damit die Berge nicht mitten in den Lauf fallen und so die Förderung verhindern. Es wird zu dem Zwecke die Sturzrolle entweder mit einem Schuber vorgerichtet, oder durch starke Stempel abgetheilt, sowie Fig. 2, Faf. 20 *A*, im Aufrisse zeigt. Die Fig. 3 zeigt einen Firstenbau mit Verhau-

örtel. *A B* ist die Stollensohle, *C* Uebersichbrechen, welches mit dem oberen Laufe in Verbindung steht, *D* die Verhauörtel. *E*1, *E*2, *E*3, *E*4,... Firstenstrassen, *F* versetzte Berge, *G* Sturzrollen, *H* Oeffnungen in der Bergfeste, um die Berge des Verhauortes auf die Laufsohle zu stürzen, und auch den Firstenbau zu befahren.

Der Firstenbau mit Kastenzimmerung unterscheidet sich von dem vorigen nur darin, dass man, ohne ein Verhauörtel zu treiben, über der Stollenfirst gleich die erste Firstenstrasse belegt und mit einer starken Kastenzimmerung die Stollenfirst versichert. Die Zimmerung rückt immer der ersten Strasse nach, und auf ihr werden alle im Firstenbaue erzeugten Berge gelassen. Fig. 4, Taf. 20 *A*, stellt einen solchen Firstenbau vor. *A B* der Stollen, *C* Uebersichbrechen, *D*1, *D*2,... Firstenstrassen.

Die Stürzung der Berge und Pochgänge geschieht ebenfalls durch Sturzrollen.

Wenn man beide Arten Firstenbaue miteinander vergleicht, so scheint die zweite Art ohne Verhauörtel den Vorzug zu verdienen, indem man erstens das kostspielige Verhauörtel nicht braucht, zweitens auch an Erzeugung gewinnt, weil man die Bergfeste nicht belasten darf. — Diese Vortheile können aber nicht für alle Orte gelten, besonders dort, wo man an gutem Zimmerholze Mangel leidet, wo schmale Klüfte abzubauen kommen, und das Gestein leicht zu bearbeiten und doch haltbar ist, wie, z. B., in Siebenbürgen, besonders in Nagyág. — Die Firstenzimmerung würde hier mehr kosten, als die Betriebskosten des Verhauörtels, und als der Verlust der Erze in der Bergfeste betragen würde; übrigens sind ja die Erze nicht verloren, weil man auch diese Bergfesten noch am Ende gewinnen kann.

Es kommt hier, um sich für den einen oder den andern Firstenbau zu entscheiden, jederzeit Folgendes zu berücksichtigen:

1) Ist ein festes Gestein zu bearbeiten, und die Kluft enthält viele reiche Erze und man hat genug Grubenholz, so betreibe man keine Vorhauörtel.

2) Ist die Kluft mächtig und sehr brüchig, so dass die Bergfeste ohne Unterstützung nicht hält, und man hat Holz, so treibe man ebenfalls keine. Vortheilhaft hingegen ist Verhauörtel zu treiben: Wenn das Gestein leicht zu sprengen und doch haltbar ist, die Kluft schmal und nicht durchaus edel ist, und bei'm Mangel an Grubenholz. Hat die Kluft absätzig reiche Erze, so werden dieselben auch in der Bergfeste nicht gelassen, und an solchen Puncten Zimmerung angewendet.

Aus diesem Allen ist zu sehen, dass es immer von der verschiedenen Beschaffenheit des Gesteins, der Kluft und dem Holze abhängt, ob man sich für das Eine oder Andere entscheidet.

Statt der Firstenzimmerung kann man auch eine Firstenmauerung vornehmen, d. h., ein kleines Gewölbe spannen, welches jedoch ebenfalls von den Umständen, ob Gewölbsteine leicht zu bekommen sind, u. dgl., abhängt.

Wenn man mit einem Stollen oder Laufe die Kluft gehörig untersucht, auch über sich den Abbau oder Erzverhau eingeleitet hat, so ist es gleich Raison, auch unter der Stollen- und Laufsohle die Kluft zu untersuchen, und nach und nach den Abbau der unteren Erzmittel vorzubereiten.

Der Abbau der unteren Mittel kann auf zweierlei Weise geschehen, entweder ebenso, wie früher erklärt wurde, durch den Firstenbau, oder durch den Sohlen- oder Strassenbau.

Der Firstenbau der unter der Stollen- oder Laufsohle befindlichen Mittel wird folgendermaassen eingeleitet.

Man teuft einen Schacht entweder der Kluft nach donnlägig ab, oder schlägt ihn im Hangenden der Kluft senkrecht nieder. Nach den verschiedenen Localumständen, ob man die Läufe 6 bis 10, 15, 18, 20 oder 24 Klafter untereinander betreiben will oder muss, richtet man in dem für die Kluftverhältnisse angemessenen Höhenunterschiede einen Lauf der Kluft nach vor, und untersucht dieselbe in ihrem Streichen. Es versteht sich, dass man von dem donnlägigen Schachte gleich der Kluft nach auslenken kann, und dass man bei einem senkrechten Schachte erst durch einen Querschlag die Kluft erkreuzen muss, um auf ihr den Lauf vorzurichten.

Von dieser neu vorgerichteten Laufsohle betreibt man ebenfalls Uebersichbrechen, trachtet mit den oberen Stollen zu communiciren, und belegt vom Uebersichbrechen aus die Verhauörtel und die Firstenstrassen, und so entsteht auch in den tieferen Läufen der Firstenbau.

Fig. 5, Taf. 20, *A* zeigt im Aufrisse einen solchen Firstenbau von einem donnlägigen Schachte aus. *AB* ist der Stollen, *C* der donnlägige Schacht, *DE* der tiefere Lauf, *F* ein Uebersichbrechen, welches schon mit dem Stollen durchschlägig ist, *G* ist ein Uebersichbrechen, welches noch in Belegung ist, *H* Firstenstrassen.

Fig. 6, Taf. 20 *A*, zeigt im Grundrisse einen Firstenbau von einem saigern Schachte aus. *AB* ist der Stollen der Kluft nach, in deren Hangenden der Schacht *C* angeschlagen ist; *DC* ist der Querschlag auf der Stollensohle zum Schachte; *CE* ist der Querschlag im tieferen Laufe vom Schachte aus zur Kluft; *EF* der tiefere Lauf, *H* das erste und *G* das zweite Uebersichbrechen, von denen aus der Firstenbau eingeleitet wird.

Strossen-, Strassen- oder Sohlenbau (*ouvrage à gradins droits*). Dieser wird in der Richtung von Oben nach Unten angelegt, indem man von der Sohle einer Strecke aus Stufen niederwärts aushauet. Es wird nämlich auf der Sohle der Strecke ein Abteufen angefangen, und alsdann nach der Richtung der Sohle das Erz ausgehauen. Ist der Häuer etwas vorwärts, so wird das Abteufen um einige Fuss tiefer eingehauen, und ebenfalls nach der Richtung der Strecke von einem zweiten Häuer das Erz ausgehauen, jedoch so, dass dieser zweite immer um mehrere Fuss dem ersten zurückbleibt. Der Bau kann auch von einem Schachte *p*, Fig. 3, Taf. 20 aus begonnen werden, und alsdann ist das Abteufen nicht nöthig. Wenn dieser Bau eine Zeitlang betrieben ist, so erhält er vollkommen das Ansehen einer Treppe.

Das Abteufen muss immer stärker belegt werden, als die Strossen, denn jenes ist weit mühsamer zu bearbeiten, köstet also auch mehr Zeit; man würde demnach mit der Strosse zu weit auffahren, ehe man wieder Teufe genug zur Anlage einer zweiten erlangt hätte. Geht man mit dem Abteufen fort, so dass dieses stets um viele Lachter voraus ist, so muss man eine Bühne schlagen, damit die Arbeiter nicht von Wänden, welche sich auf der Strosse losziehen, beschädigt werden können. Wenn mit einem Schachte ein bauwürdiges Mittel durchsunken ist, welches sich auf den beiden Schachtstössen zeigt, so geht man nach beiden Richtungen mit einem Feldort auf dem Gange fort. Die Sohle dieses Feldorts wird alsdann durch die zweite Strosse herausgerissen etc. Ein solcher Strossenbau, der zu beiden Seiten eines Schachtes liegt, wird zweiflügelich genannt; man findet dergleichen auf mehreren Gruben zu St. Andreasberg. Das Verhältniss der Höhe einer Strosse zu ihrer Länge ist gewöhnlich 1 : 3 oder 1 : 4. Macht man die Strossen höher, so entsteht daraus das sogenannte Langschubhauen, welches fehlerhaft ist, indem hierbei nicht die Schüsse mit dem

Vortheile angelegt werden können, als wenn man das gehörige Verhältniss der Höhe zur Länge der Strossen beobachtet. Wird der entgegengesetzte Fehler begangen, und die Strosse zu hoch gehauen, so rückt der Bau zu wenig in's Feld, und das Erzmittel wird also nicht seiner ganzen Erlängung nach ausgehauen. Bei dem Begehen dieses Fehlers wird gesagt, man habe sich in den **Sack** gebauet.

Bei mächtigen Gängen haut man die Strossen nur allein auf dem Gange und schiesst aus dem Ganzen. Das Verschrämen des Ganges ist in diesem Falle ganz unnöthig. Bei nicht ganz mächtigen Gängen ist es am Vortheilhaftesten, das Nebengestein zuerst auf eine ganze Erstreckung hinwegzunehmen, und alsdann die Strossen im Gange nachzuhauen.

Hier wird durch das **Verschrämen** der Gang von vielen Seiten frei, und er kann um so leichter durch die Sprengarbeit gewonnen werden. Ist der Gang von geringer Mächtigkeit, so dass man mehr Nebengestein als Gang aushauen muss, um der Strosse die gehörige Breite zu geben, so ist es wohl am Besten, den Gang durch den Schram zu gewinnen, und nachher das festere Nebengestein auszuschiessen. Bei dem Strossenbau mit Verschrämung wird man immer auf diejenige Seite den Schram legen, auf welcher das Gestein am Meisten gebräch oder losgezogen ist. Hat der Gang im Hangenden eine Ablösung, so legt man den Schram nicht gern in's Liegende, weil in diesem Falle das unverschrämte Gestein, da es nicht angewachsen ist, zur unrechten Zeit nachkommen könnte.

Es ist nicht rathsam, alle Strossen zu belegen, sondern viel besser, auf zwei Strossen nur einen Häuer arbeiten zu lassen, weil die Häuer, wenn auf jeder Strosse einer liegt, sich in der Arbeit hindern. — Da höchst selten und fast niemals alles Gestein, welches durch Strossenbaue gewonnen wird, erzhaltig ist, und da dessen Förderung sehr viele Kosten verursachen würde, so muss es wieder in der Grube verstürzt werden. Zu dem Ende werden, sobald der Strossenbau einige Länge und Tiefe erreicht hat, Stempel vom Liegenden zum Hangenden eingezogen, auf welche Bohlen, Latten etc. gelegt werden, um darauf das unhaltige Gestein zu stürzen. Solcher Kasten werden nun, sowie man weiter im Baue vorrückt, mehrere angelegt und sie dienen zu gleicher Zeit zur Unterstützung, indem sie die überflüssigen leeren Räume wieder ausfüllen. In Fig. 4, Taf. 20, ist ein Strossenbau in Längen- und Querdurchschnitt dargestellt.

Wirft man die Frage auf, ob der Försten- oder der Strossenbau der vortheilhaftere sey, so findet man bei Erwägung aller Vor- und Nachtheile des einen oder des andern, dass in den meisten Fällen der Förstenbau vorzuziehen sey, wesshalb auch in vielen Bergwerken, wo man sonst aus manchen Gründen den Strossenbauen den Vorzug gab, dieselben jetzt in Förstenbaue umgeändert sind.

1) Der Förstenbau braucht nie soviel, oft gar keine Zimmerung, während der Strossenbau sehr viel erfordert.

2) Hat der Förstenbau eine leichtere Berg- und Erzförderung, indem man Berge (wenn solche gefördert werden müssen) und Erze auf eine untere Sohle stürzt, von wo sie dem Treibschachte zugefördert werden, während sie bei einem Strossenbaue alle mit Haspeln auf eine höhere Sohle gezogen werden müssen.

3) Hat eine Grube viel Grundwasser, so können dieselben, auch bei den besten Vorrichtungen, nicht alle auf der Stollensohle abgeführt werden, sondern sie fallen auf

den Strossen dem Schachtgesenke zu und hindern bei der Arbeit. Die Förstenbaue haben dagegen gar keine oder doch weit weniger Wasserhindernisse.

4) Der Strossenbau hat dagegen den Vortheil, dass reiche Erze auf der festen Sohle nicht verloren gehen, aus welchem Grunde man bei den Freiberger Förstenbauen die oben erwähnten Vorsichtsmaassregeln anwendet.

5) Man kann bei einem Strossenbaue Erze gewinnen, sobald man mit dem Gesenke niedergeht, wogegen bei einem Förstenbaue die Vorrichtungsarbeiten, bestehend in Feldstrecken und Verbindungsschächten, weit kostbarer sind und man daher erst später zur Erzgewinnung gelangt.

6) Der Strossenbau ist auch dann vortheilhaft, wenn die Gänge sich oft zertrümmern, oder wenn viele parallele, schmale Gänge oder Trümmer nebeneinander laufen, indem man mit dem Strossenbaue den Gang oder das Trumm nicht verlieren kann, während man bei'm Förstenbaue leicht einen andern Gange oder Nebentrumm schon vom Uebersichbrechen aus nachgehen und so den eigentlichen Gang verfehlen kann.

Schwach abfallende oder flache Lagerstätten. Wenn die Lagerstätten ein geringes Fallen haben, so bleibt das Abbausystem dasselbe; allein da die Querschläge, mittelst denen die Lagerstätte von dem Förderschachte aus ausgerichtet wird, zu lang und zu kostbar werden, um mehrere treiben zu können, wie bei steil fallenden Lagerstätten, so fördert man das Gewonnene auf schwebenden Strecken, die man in dem Versatze offen gelassen hat, zu der fast söhligen Grund- und Hauptförderstrecke, welche mit dem Förderschachte entweder unmittelbar oder mittelst eines Querschlags in Verbindung steht.

Gewinnung des Kupferschiefers im Mannsfeldschen. Der Kupferschiefer, welcher im Mannsfeldschen, am südlichen Vorharze, der Gegenstand eines sehr bedeutenden und sehr musterhaften Bergbaues ist, bildet ein wenig mächtiges, an einigen Puncten sehr wenig und an andern sehr stark geneigtes Flötz in der Zechsteinformation. Nachdem man den tiefsten Punct des abzubauenden Flötzes mit einem Richtschachte, oder mit einem, von einem solchen aus getriebenen Querschlage, jenachdem es ein schwaches oder starkes Fallen hat, ausgerichtet hat, treibt man auf dem Flötze selbst eine streichende Strecke, welcher man durch Nachreissen des Sohl- und des Dachgesteins die erforderliche Höhe giebt, so dass man eine bequeme und zweckmässige Förderung darauf vorrichten kann. Der Theil des Flötzes über dieser Grundstrecke wird durch streichende und schwebende oder diagonale Strecken in rechteckige oder rhombische Felder oder Pfeiler getheilt. Die schwebenden Strecken stehen auf den streichenden senkrecht, und die diagonalen bilden einen mehr oder weniger stumpfen Winkel mit ihnen, und man wendet die letztern an, wenn das Fallen des Flötzes zu gering ist, dass die in die schwebenden Strecken, die man hier auch einfallende Schächte nennen könnte, gestürzten Schiefer von selbst zu der Grund- oder Förderstrecke gelangen könnten und zu stark, als dass eine bequeme Wagen- oder Karren-Förderung darauf stattfinden könnte. Man richtet alsdann diagonale Strecken oder Diagonalen, nach einer Mittellinie zwischen dem Streichen und dem Fallen der Lagerstätten, vor, um die günstigste Neigung für eine bequeme Förderung zu erlangen. Jedes Feld oder jeder Pfeiler ist etwa 50 Lachter lang und 25 Lachter, dem Fallen des Flötzes nach, hoch. Das auf diese Weise vorgerichtete Feld ist gewöhnlich von einer söhligen Strecke begrenzt, welche bei'm Abbau eines obern Feldes als Grundstrecke gedient hat und mit einem entweder schon auflässigen oder noch im Betriebe

stehenden Förderschacht in Verbindung steht. Die Wetterführung der Baue ist durch die Verbindung dieses letztern Schachtes mit dem untern gesichert. Jeder Pfeiler wird dann von etwa zehn Bergleuten, die einer über den andern vor Stössen arbeiten, abgebauet, so dass der Bau, wenn die Stirn der Stösse in einer senkrechten Ebene erhoben würde, das Ansehn einer umgekehrten Treppe oder eines Förstenbaues haben würde. Die Häuer unterschrämen den Schiefer an der Sohle 2 bis 3 Fuss tief und treiben alsdann die verschrämte Masse mit Keilen oder durch Bohren und Schiessen auf die ganze Mächtigkeit des Flötzes, welche jedoch 25 Zoll nicht übersteigt, herein. Da das Flötz nur eine geringe Mächtigkeit hat, so kann hier, wie an mehren andern Orten, wo dieselben Verhältnisse stattfinden, d. h., bei schmaler und söhliger Lagerstätte, der Abbau nicht in stehender, sondern nur in liegender Stellung der Häuer geführt werden, wesshalb sie sich der sogen. Fahrbreter bedienen, die aus dem Achsel- und dem Beinbrete bestehen. — Das Achselbret besteht aus einem länglich vierseitigen, etwa 22 Zoll langen, 10 Z. breiten und 1 Z. starken Bret von weichem Holze (Weide oder Espe). Auf der obern Seite ist es mit einer hölzern Handhabe versehen, an welcher es bei'm Fahren mit der linken Hand gefasst wird, so dass Arm und Schulter darauf ruhen können. Auf der untern Fläche sind längs der beiden langen Seiten zwei harthölzerne Leisten angebracht. — Das Beinbret hat dieselbe Form, ist jedoch auf den beiden langen Seiten zu sehr stumpfen Winkeln verschnitten und so dem Umrisse der Hüfte einigermaassen angepasst. Es werden zwei Riemen hindurchgezogen, womit das Bret an den linken Oberschenkel angeschnallt wird. — Auf diesen Bretern, und zwar meist auf der linken Seite liegend, führt der Arbeiter die Keilhaue unter dem etwas erhobenen Kopfe hinweg, wozu er den Hals etwas aufwärtskrümmen muss, daher diese ganze Arbeit Krummhälserarbeit genannt wird (Manche schreiben Krummhölzerarbeit). Das Dach wird hinter den Stössen vorläufig mit Stempeln gestützt und alsdann der leere Raum mit Bergen, die entweder vom Flötze selbst oder von dem bei'm Betriebe der Förderstrecken mit abgebaueten Sohl- und Dachgestein, versetzt, denn man muss diese Strecken höher machen als die Abbaue.

Die Vorrichtung in rechteckige Pfeiler dient hauptsächlich dazu, die Lagerstätte auf einer grossen Ausdehnung auszurichten und vorher die Puncte zu bestimmen, auf welche der spätere Abbau nach und nach geleitet werden muss. Solche im Voraus betriebenen Ausrichtungsarbeiten sind, wie schon gesagt, nicht erforderlich, wenn die Lagerungsverhältnisse und der Reichthum einer Lagerstätte ganz regelmässig, und wenn jene durch frühere Baue und Untersuchungen schon bekannt sind. Hat man stets hinlängliche Berge, um die ausgehauenen Räume zu versetzen, so könnte man den Abbau sogleich von dem Puncte aus beginnen, wo die Lagerstätte von dem Schachte oder der Strecke ausgerichtet worden ist, und man müsste dann die Verhaue hinter sich versetzen und nur die zur Förderung und zum Wetterwechsel erforderlichen Strekken offen erhalten.

Steinkohlenbergbau im französischen Norddepartement und in der belgischen Provinz Hennegau. Die schwachen Kohlenflötze in der Umgegend von Valenciennes im Norddep., und in dem Reviere le Couchant bei Mons in Belgien, werden auf eine ähnliche Weise gewonnen.

Der Steinkohlenbau in der Umgegend von Mons beschäftigt sich grösstentheils mit der Bearbeitung flach geneigter und nicht sehr mächtiger Kohlenflötze. Der eigentliche Abbau dieser Flötze bietet daher keine grossen Schwierigkeiten dar. Bei der Bebauung

der stehenden Flügel verfährt man etwa nach denselben Grundsätzen, wie in Lüttich, die wir weiter unten kennen lernen werden.

Wenn man ein neues Flötz angreifen, oder dasselbe Flötz in einer tiefern Sohle lösen will, so fängt man damit an, einen Hauptförder- und einen Hauptwasserhaltungsschacht abzuteufen, von denen der letztere das Flötz in einer etwas tieferen Sohle trifft. Diese beiden Schächte, Taf. 20 *A*, Fig. 7, stehen 16 bis 20 Meter voneinander entfernt. Auf dem Flötze angekommen, werden beide durch einen Querschlag miteinander in Verbindung gesetzt, und auf dem Flötze werden zwei Grundstrecken getrieben, die eine in dem obern Niveau, vom Sumpfe (*puisard*) des Wasserhaltungsschachtes, und die zweite im Niveau vom Sumpfe des Förderschachtes. Der Pfeiler, welcher sich zwischen beiden findet, wird, mit Ausnahme der stehen bleibenden Schachtpfeiler verhauen, und der Verhau mit Bergen versetzt, dergestalt, dass oben und unten eine offene Strecke bleibt. Die untere dieser Strecken (*ruelette* genannt), dient, die Wasser dem Kunstschachte zuzuführen, und man sucht sie so lange, als möglich, offen zu erhalten. Die obere Strecke hingegen (*coistresse*) dient als Förderstrecke zum Abbau des über derselben befindlichen Pfeilers. Dieser Pfeilerabbau beginnt etwa in 14 Meter Entfernung von dem Förderschachte, und besteht in mehreren, von 3 zu 3 Meter vorspringenden Streben oder Strossen (*gradins*) von etwa 2 Meter Höhe. Vor einem solchen Strebbau werden 30 bis 36 Arbeiter beschäftigt, nach der Höhe des abzubauenden Pfeilers. Das verhauene Feld wird mit Bergen versetzt; es bleiben aber kleine Förderschächte, schwebend oder diagonal, bis zu den Streben (*tailles*) ansteigend, offen, welche *tiernes*, oder *voies de dessoer* und *cheminées* genannt werden. Durch diese kleinen Strecken fahren die Arbeiter vor den Streb, und die gewonnenen Kohlen werden durch dieselben mittelst Schlepptrögen in die Coistresse und von da unter den Förderschacht gebracht. Auf diese Weise wird eine Pfeilerhöhe von 40 bis 80 Meter in Abbau genommen. Die Pfeilerbaue werden, in der Regel, bis 300 Meter von dem Förderschachte, zu beiden Seiten, ausgedehnt, und dann, wenn diese abgebauet sind, wird gewöhnlich wieder ein neuer Förderschacht abgeteuft.

Jeder Arbeiter muss, in der Regel, täglich einen Raum von 1,6 Meter Länge und 1,3 Meter Tiefe ausschrämen. Jeder Absatz des Strebes (*gradin*) ist nach seiner Höhe mit 1 bis 10 Arbeitern belegt. Je regelmässiger das Flötz ist, desto regelmässiger kann der Abbau seyn, und desto höher pflegt man auch die Absätze zu machen. Der Abbau wird theils streichend, theils schwebend geführt. Die Zeichnung, Taf. 20 *A*, Fig. 7, wird diese Arten des Abbaues hinreichend deutlich darstellen, indem sie an sich sehr einfach sind.

Auch die Wetterführung in diesen Bauen ist sehr einfach und ergiebt sich aus den in der Zeichnung angebrachten Pfeilen, welche die Richtung des Wetterzuges bezeichnen. Regulirt wird der Wetterzug durch die angebrachten Wetterthüren, sowie durch Vorhänge von Leinwand, welche in den Strecken aufgespannt werden.

Aus einem Förderschachte werden täglich 108 Cuffaten Kohlen gezogen, jede 500 bis 600 Kilogramme Kohlen enthaltend. Hiernach richtet sich die Belegung. Die Förderung geschieht mit kleinen Gefässen, welche auf Schlitten gesetzt werden, und würde noch mancher Vervollkommnung fähig seyn. Die Schlepper haben keine Grubenlichter, sondern in den Förderstrecken werden Lampen aufgestellt.

Wenn das Flötz bis auf diejenige Sohle abgebauet ist, welche der Wasserhaltungsschacht eingebracht hatte, so werden die Schächte weiter abgeteuft, und das Flötz

wird von Neuem durch Querschläge gelös't, so dass wieder eine Pfeilerhöhe von 60 bis 80 Meter eingebracht wird. Auf diese Weise werden die Flötze von oben nieder, allmälig und stufenweise, von 80 zu 80 Meter flacher Teufe abgebauet. Der Abbau von Oben nach Unten gewährt wesentliche Vortheile, und namentlich auch den, dass die Kohlen nicht abgetrocknet werden, denn auch in der Umgegend von Mons will man die Erfahrung gemacht haben, dass die Kohlen an ihrer Güte leiden, wenn ihnen die auf dem Flötze ruhenden Wasser entzogen werden.

Die Förderschächte, welche man allmälig auf dem Streichen des Flötzes niederbringt, werden nicht ganz so tief, wie derjenige Förderschacht, den man gemeinschaftlich mit dem Hauptwasserhaltungsschachte abteuft. Die aus dem Wasserhaltungsschachte auslaufende Ruelette nämlich, welche demselben die Grubenwasser zuführt, muss einiges Ansteigen erhalten; ausserdem findet auch, sobald dieselbe nicht mehr unterhalten wird, leicht eine Verstopfung statt, so dass man mit Sicherheit eigentlich nur auf die Coistresse rechnen kann, welche mehr Dauerhaftigkeit besitzt. Die Ruelette hat nämlich nur auf einer Seite festes Kohl, und auf der anderen Versatz *(stappes)*, desshalb senkt sich die Firste auf der einen Seite und bricht zusammen. Die Coistresse aber, sowie die Tiernes, haben auf beiden Seiten Versatz, und das Dach senkt sich daher gleichmässig, wesshalb sich diese Oerter länger erhalten. Die Hauptwasserhaltungs- oder Förderstrecken werden indess ausserdem noch gut verzimmert und oft sogar in Mauerung gesetzt.

Die hangenden Flötze werden zuerst in Bau genommen, später die liegenden, und so rückt der Bau allmälig in die Teufe, dergestalt, dass mit einem Hauptwasserhaltungsschachte oft eine sehr ansehnliche Zahl von Flötzen abgebauet, oder wenigstens getrocknet wird. Nach dem Abbaue des Flötzes pflegt zwar das Hangende desselben zu Bruche zu gehen; weil aber der Versatz *(les stappes*, oder *remblais)* mit vieler Sorgfalt gemacht wird, so finden doch nicht viele Brüche statt.

Zu Anzin bei Valenciennes, wo einer der bedeutendsten franz. Steinkohlenbergbaue stattfindet, verfährt man auf folgende Weise: Die Lösung der Flötze, oder die Ausrichtungsarbeit, rückt sohlenweise in die Teufe. Die Sohlen sind entweder zwischen 10 und 14 Lachter, oder zwischen 20 und 28 Lachter seiger voneinander entfernt.

Jn dem ersten Falle werden dadurch, auf stehenden Flötzen, Kohlenhöhen von 14 bis 24 Lachter getrocknet, welche mit einer Fördersohle abgebauet werden; auf flach fallenden Flötzen aber Kohlenhöhen von 26 bis 38 Lachter, welche man ebenfalls in einen Abbau nimmt.

Im zweiten Falle werden aber auf stehenden Flötzen Kohlenhöhen von 28 bis 48 Lachter, auf flach fallenden von 52 bis 76 Lachter getrocknet, die man in zwei Sohlen abbauet.

Die Schächte werden bei diesen sohlenweise erfolgenden Fortschritten der Ausrichtungsarbeiten in die Teufe nach Erforderniss abgeteuft und dienen erst für die hangenderen, dann für die liegenderen Flötze, und werden auf diese Art so lange, als nur möglich, gebraucht, um die Kosten zurückzuerstatten, welche ihre Austeufung durch das Kreidegebirge verursacht hat.

Sind die Schächte endlich ganz nutzlos geworden, so erfordert das Abwerfen derselben ganz besondere Vorsichtsmaassregeln. Die Offenerhaltung derselben würde zu Nichts dienen, und die fortdauernden Reparaturen der Cuvelage würden ungeheure

Summen erfordern, wesshalb die Zufüllung derselben nothwendig wird. So weit sie im Kohlengebirge stehen, werden sie aus den Querschlägen, und von oben nieder mit Bergen zugefüllt, indem man es sehr gefährlich gefunden hat, dieselben, wie bei einigen Schächten geschehen ist, die man in älteren Zeiten zugefüllt hat, nur in einiger Teufe unter der Tourtia zu verböhnen, und darauf Berge zu stürzen.

Von der Tourtia an, bis über den Anfang des Dief hinaus, wird der ganze Schacht mit einem wasserfesten Mörtel von Kalk, Steinkohlenasche und Cinders zugefüllt, welcher mit dem Dief zusammen, eine für die obern Wasser undurchliche Decke bildet. Ueber diese Ausfüllung lässt man die obern Wasser aufgehen, und füllt den Rest des Schachtes mit Bergen zu. Auf diese Weise hat man das Kohlengebirge wieder, vorzüglich von den über dem Dief stehenden Wassern abgeschnitten.

Aus der Einrichtung der Lösung der Flötze geht wohl schon hervor, dass man in Anzin nach bestimmten Grundsätzen einen sehr regelmässigen Bau treibt. Dasselbe lässt sich auch von der Vorrichtung und dem Abbaue der Flötze rühmlichst sagen.

Vorrichtung und Abbau. Die geringe Mächtigkeit der Flötze, indem das mächtigste aller Anziner Flötze kaum die Mächtigkeit von einem halben Lachter übersteigt, begünstigt ausserordentlich den reinen Abbau derselben, der mit demjenigen sehr viel Aehnlichkeit hat, welcher in Mons ausgeführt wird. Der Abbau kann im Allgemeinen wohl mit dem Namen des Strebbaues bezeichnet werden, wesshalb auch eine eigentliche Vorrichtung nicht stattfindet, sondern dieselbe erst gleichzeitig mit dem Abbau erfolgt.

Von dem Förderschachte aus, der mittelst des Querschlages *G*, Fig. 5, Taf. 20, das Flötz ausgerichtet hat, wird eine Grundstrecke (*chasse* oder *voie de fond*) *V V*, nach beiden Weltgegenden im Flötze auf der bestimmten Sohle angehauen; anfänglich erst schmal, um einen Schachtpfeiler zu erhalten, nach einigen Lachtern Länge aber breit aufgehauen, und zwar 10 bis 11 Meter breit. Zu gleicher Zeit wird von derselben eine Diagonale *r r* (*voie montante*, oder *bronchage*) angesetzt, deren Ansteigen sich nach dem Fallen des Flötzes richtet. Auf stark geneigten Flügeln beträgt dieses Ansteigen 15 bis 20 Centimeter auf 1 Meter, oder 8 bis 11 Grad. Sobald die Diagonale soviel Höhe erreicht hat, dass daraus ein neues Ort *a a* (*voie de roulage*) von $4\frac{6}{8}$ Lachter Höhe angesetzt werden kann, so geschieht es, und dieses Ort geht dann streichend, so wie die Grundstrecke, fort. Die Förderstrecke wird unten gehalten, und dicht an dem Bergversatze der Grundstrecke. Die Diagonale wird alsdann bis an den alten Mann gebracht, und es werden daraus so viel Oerter angesetzt, als es die Feldeshöhe erlaubt. Auf stark fallenden Flötzen werden, bei 14 bis 24 Lachter Kohlenhöhe, 3 bis 5 Oerter übereinander aufgehauen; auf flach fallenden Flötzen, bei 26 bis 38 Lachter Kohlenhöhe, 6 bis 8 Oerter. Die obern Oerter stehen gegen die unteren zurück, und zwar jedes, in der Regel, um 6 Meter, oder um $2\frac{5}{8}$ Lachter.

Die Förderung geht durch die streichenden Strecken und durch die Diagonale bis in die Grundstrecke, und von dieser bis zum Förderschachte.

Sobald die Grundstrecke 80 bis 100 Meter, oder 38—48 Lachter vom Schachte aus fortgebracht ist, wird auf derselben eine neue Diagonale angehauen, und sobald dieselbe mit den Förderstrecken durchschlägig geworden, werden die Theile derselben bis zur ersten Diagonale abgeworfen, und die ganze Förderung geht durch die zweite Diagonale und durch die Grundstrecke.

In dieser Art rückt der Abbau des Flötzes ziemlich gleichmässig mit dem Betriebe der Grundstrecke vor, und wenn diese die Feldesgränze erreicht hat, so ist auch

das ganze Feld beinahe abgebauet. Aus den beiden ersten Diagonalen wird auch das zwischen denselben und dem Schachte liegende Feld durch streichende Strecken abgebauet.

Das oberste Ort *RR* lässt man, der Sicherheit wegen, mit dem alten Mann nicht ganz zum Durchschlag kommen, sondern lässt einen Sicherheitspfeiler stehen, dessen Höhe sich ganz nach den Umständen richtet, und selten mehr als 1¾ Lachter betragen kann. Diese oberste Strecke *RR* wird mittelst eines Querschlages *G'* mit reinem Wetterschachte durchschlägig gemacht.

Weil die übereinander liegenden Oerter zusammenhangen und durch keine Pfeiler getrennt sind, so ist der Abbau dem Strebbau ganz gleich. Auf diese Weise dehnen sich die Baue von den Schächten nach jeder Seite gegen 250 Meter, sehr selten bis 300 Meter, oder 120 bis 143 Lachter aus, so dass man drei Diagonalen auf jeder Seite des Schachtes erhält.

Diese Art des Baues wird ganz gleichförmig auf den flachen Flötzen, wie auf den stehenden, angewendet. Sie erleidet durch örtliche Verhältnisse nur sehr wenige Abänderungen. Ist das Fallen der Flötze für Diagonalen ganz unanwendbar, so geht man zu schwebenden Strecken, oder zu donnlägigen Schächten über, wodurch man die Kohlen mit Haspel entweder auf die oberen Förderstrecken herauf oder auf die unteren Förderstrecken hinunter fördert.

Die Strecken werden auf einer Breite von nicht 1¼ Meter, etwa ½ Lachter im Liegenden, um soviel angerissen, dass sie eine Höhe von ⅝ bis ¾ Lachter erhalten. Dieselbe Höhe giebt man auch den Diagonalen.

Kohlengewinnung. In der Regel liegen vor jedem Ortsstosse von 10 bis 11 Meter Höhe zwei Kohlenhauer, welche denselben in einer Schicht 1 Meter (beinahe ½ Lachter, genauer 38¼ Zoll Preuss.) fortbringen müssen. Sie müssen denselben Ortsstoss auf dieser Länge verschrämen, am obern Stosse abkerben und das Kohl hereinschlagen. Dabei wird sehr strenge darauf gesehen, dass die Stösse am Ende der Schicht ganz gerade stehen.

Auf stark geneigten Flötzen vermindert man die Höhe jedes Strebes oder jeder Strosse bis auf etwa 2 Met., man lässt keine söhlige Förderstrecke mitten im Vorsatze offen, und die Steinkohlen von den obern Streben werden die übrigen Streben entlang zur Grundstrecke gefördert. Fig. 1, Taf. 21, stellt einen solchen Abbau dar. *V* ist eine Förderstrecke unter den Streben, die mit einem Querschlage *G* durchschlägig ist, der zum Förderschachte führt. *u* ist die Strecke, durch welche die Wetter von den obersten Strecken, mittelst des Querschlags *G*, ausziehen. Der letztere ist mit einem andern Schachte durchschlägig, durch den die ausziehenden Wetter zu Tage gelangen, die durch den ersten einfallen und in den Bauen wechseln.

Fig. 2, Taf. 21, stellt einen Streckenbau vor, dessen sehr ausgedehnter Stoss parallel mit dem Streichen des Flötzes läuft. *P* ist der Kunstschacht, *P'* der Förderschacht, *V* die Hauptförderstrecke, *U* die Grundstrecke, welche die Wasser dem Kunstschachte *P* zuführt, wo sie von den Pumpen aufgenommen werden. *a, a, a* schwebende Strecken, welche bei'm Vorsetzen offen gelassen worden sind, und durch welche die Kohlen von den Streben zur Förderstrecke geführt werden. In der Ecke eines jeden Strebs sieht man einen Schlitz, der zur Erleichterung der Kohlengewinnung geführt ist. Diese Abbaumethode ist bei schwach geneigten und 10 bis 12 Centner mächtigen Flötzen, sehr zweckmässig.

Abbau mit breitem Streb *(exploitation par grandes tailles)* **und mit getrennten Grubenfeldern.** Man kann bei'm Abbau söhliger oder sehr schwach geneigter Flötze, statt strossen- oder förstenartig abgesetzter Streben, auch solche mit einer ausgedehnten, dem Streichen oder Fallen des Flötzes parallelen Front oder Stoss anwenden. Man nennt dies **Abbau mit breitem Blick** *(ouvrages par grandes tailles)*. Die abgebaueten Räume werden in dem Maasse, als man vorrückt, mit den auf dem Flötze selbst, oder bei'm Nachreissen der Sohle und des Daches der Hauptstrecke gewonnenen Bergen versetzt. Jedoch müssen in dem Bergversatze stets die zur Fahrung, Förderung und zum Wetterwechsel erforderlichen Strecken offen gelassen werden.

Die Fig. 3, Taf. 21, stellt ein mit breitem Streb abgebauetes Flötz dar. Man kann annehmen, dass dasselbe söhlig ist, oder ein geringes Fallen von *B* nach *A* hat. *P* ist der Förder-, *P'* ein zweiter Schacht, der zur Wasserhaltung und zur Wetterführung dient. *A B* ist eine Hauptförderstrecke, entweder söhlig oder etwas steigend, zu deren beiden Seiten man mehrere breite Streben vorgerichtet hat, deren Stösse parallel mit der Achse der Förderstrecke *A B* liegen. Um dieser Strecke die erforderliche Sicherheit zu geben, hat man zu beiden Seiten derselben Pfeiler von der Masse der Lagerstätte stehen gelassen, die nur mit den, zur Verbindung mit den Abbauen erforderlichen Oeffnungen versehen ist. Diese Abbaue oder Strebe selbst können ebenfalls durch stehen zu lassende Pfeiler voneinander getrennt werden, die man zuletzt, wenn das ganze Feld abgebauet worden ist, von Hinten nach Vorn wegnimmt. Es ist sehr zweckmässig, auf diese Weise, die grossen Abbaufelder voneinandet zu trennen, sobald man Unfälle zu befürchten hat, welche eine kürzere oder längere Unterbrechung des Betriebes zur Folge haben würden, wie die plötzlichen Einbrüche der in alten Bauen, deren Lage man nicht genau kennt, enthaltenen Wassermassen, die Entzündung und Explosion schlagender Wetter in solchen Gruben, in denen diese häufig vorkommen, die Selbstentzündung von brennbaren Mineralien, wie Steinkohlen. Die Abtheilung einer Grube in Felder, die durch starke Pfeiler voneinander getrennt und nur durch, wenn es erforderlich, fest verzimmerte oder ausgemauerte Strecken miteinander durchschlägig sind, gestattet, wenn sich solche Zufälle ereignen, eine ganze Isolirung des fraglichen Feldes, durch hölzerne oder gemauerte Dämme, von den übrigen Theilen der Grube, die dann fortbetrieben werden können, während ohne diese Vorsicht die ganze Grube verlassen werden müsste, bis dass sie wieder aufgewältigt, oder der Brand erstickt, oder der Schaden sonst wiederhergestellt ist. Die Ansicht der Fig. 3 und das in dem Obigen Gesagte machen das ganze Abbausystem deutlich. Man erkennt auf derselben die Wetterstrecken, die rings um die abgebauten und versetzten Räume, sowie zwischen diesen und den Sicherheitspfeilern offen erhalten sind. Die Pfeiler deuten die Richtung des Wetterzuges an, welcher durch den Förderschacht *P* einfällt, nach dem Ende der Förderstrecke *A B* geht und sich dort in zwei Arme theilt, von denen der eine vor dem Stosse des rechten und der andere vor dem des linken Strebs wechselt. Beide Arme vereinigen sch von Neuem unter dem Schachte *P'* und strömen durch denselben zu Tage aus. Der Wetterwechsel in der, durch die Pfeile angegebenen Richtung wird durch Wetterthüren veranlasst, die auf der Abbildung angegeben worden sind, und auf die wir in dem, den Grubenwettern gewidmeten Kapitel zurückkommen.

Dieser **Abbau mit breitem Blick** wird im Allgemeinen bei wenig geneigten und bei solchen Steinkohlenflötzen angewendet, die nicht mächtiger, als höchstens 4 bis 5 Fuss, sind, und auch in diesen äussersten Fällen ist er nicht mehr vortheilhaft, sondern

nur bei einer Mächtigkeit von 1 bis 2 Fuss. Es ist dies in mehren Provinzen Englands und in Wales der Fall, namentlich in den Grafschaften Lancaster, Derby, York, Flint etc., wogegen die meisten Flötze in der Gegend von Newcastle am Tyne in Northumberland, von Whitehaven in Cumberland und in Südwales zu mächtig sind, um diese Art des Abbaues zu gestatten. Dagegen wird sie sehr zweckmässig bei dem Abbaue der Sphärosiderit- oder Thoneisenstein-Lagerstätten angewendet, auf denen dieses Erz in Knollen und Nieren in Thon vorkommt, der zum Versatz dient. Ebenso ist der Strebbau bei den unter Tage geführten Steinbrüchen auf Kalk- und Baustein anwendbar, der in wenig mächtigen Lagern vorkommt, die durch nutzlose weichere Substanzen getrennt sind, die dann in der Grube zurückbleiben.

Was nun die Theilung des Grubenfeldes in verschiedene, durch Pfeiler getrennte Abtheilungen betrifft, so ist sie dem Strebbau nicht eigenthümlich, sondern sie wird auch, unter den angegebenen Verhältnissen, bei jeder andern Abbaumethode angewendet werden müssen. Besonders ist sie bei grossen Steinkohlengruben gebräuchlich, die mehr als die übrigen den Wassereinbrüchen, den Zerstörungen der schlagenden Wetter oder den Grubenbränden ausgesetzt sind. Die zur Sicherung der Schächte und Strekken, sowie zur Isolirung der verschiedenen Grubenfelder stehen gebliebenen Kohlenpfeiler sind übrigens nicht verloren, sondern man nimmt sie, wenn die Felder abgebauet worden sind, von Hinten nach Vorn, d. h., mit dem von dem Schachte entferntesten Puncte beginnend, weg, welche Arbeit wir weiter unten noch näher kennen lernen werden.

Wir wollen nun noch einige Beispiele von Strebbauen mit breitem Blick aufführen. In der englischen Provinz Shropshire ist er auf Flötzen von 4 bis 5 und auf solchen von 1 bis 2 Fuss Mächtigkeit im Betriebe, auf jenen mit geringem, auf diesen mit grossem Vortheil, ja auf einigen Flötzen würde gar kein anderer Abbau Anwendung finden können. Die Felder, welche damit von einem Schachte aus abgebauet werden können, richten sich nach der Tiefe derselben und nach andern Umständen. Ein flaches Fallen, welches wohl kaum 15—20 Grad übersteigen darf, ist aber dabei eine wesentliche Bedingung, indem sonst der Druck, der nach dem Ausgehenden zu liegenden Flötztheile zu stark auf die ausgehauenen Räume wirkt, um darin die nöthigen Förderfahrten oder Strecken erhalten zu können, und auch die Förderung so beschwerlich wird, dass sie dem Abbaue nicht folgen kann. Bei den stärkeren Flötzen ist es nothwendig, Berge zum Versatz aus den Mitteln zu erhalten, die darin liegen, weil sonst kleine Kohlen dazu verwendet werden müssen, und dies zu grossen Verlusten Veranlassung giebt. Dieser Fall tritt auf vielen Flötzen in Shropshire ein und kann alsdann, wenn gleich hierbei die ganze Flötzfläche eine verhauene wird, nicht mehr so vortheilhaft erscheinen, als es sonst gegen den weiter unten beschriebenen englischen Pfeilerbau ist, bei dem ein so ansehnlicher Theil des Flötzes stehen bleibt. Um den Schacht herum müssen, zur Sicherung desselben und der Tagegebäude, starke Pfeiler stehen bleiben; ebenso lässt man auch wohl über der Grundstrecke einen $3\frac{1}{2}$—$4\frac{1}{2}$ Lachter starken Pfeiler stehen, der nur mit den nöthigen Förderstrecken durchschnitten wird. In diesem Falle dehnt man den Ortsstoss erst aus, nachdem dieser Pfeiler schmal durchfahren worden ist, sonst aber greift man unmittelbar den Stoss der Grundstrecke an und sichert dieselbe durch eine 4 Fuss starke Bergmauer. Sind viele parallele Schlechten in dem Flötze, so hält man den Arbeitsstoss derselben ebenfalls parallel und rückt in einer rechtwinklichen Richtung gegen dieselben vor; wenn nicht, so hält man den

Arbeitsstoss theils ganz schwebend, so dass der Bau streichend vorgeht, oder nur wenig davon abweichend diagonal. Der ausgebauene Raum wird dabei mit Bergen versetzt, die, wenn sie nicht zur Ausfüllung des ganzen hinreichen, in einzelnen Reihen aufgemauert werden müssen. In der Nähe des Arbeitsstosses werden einige Reihen von Stempeln unter das Hangende geschlagen, die aber immer wieder forgenommen werden und vorrücken, sobald der Bergversatz nachgeführt worden. Zu diesen Stempeln hat man auf einigen Gruben in Shropshire wohl gusseiserne Röhren angewendet, die eine sehr lange Zeit hindurch gebraucht werden können, und umgegossen werden, wenn sie zerbrechen. Bei dem Wiedergewinnen derselben gebraucht man Ketten, die herumgeschlungen und durch Brechstangen, mit denen man wuchtet, angezogen werden. In dem abgebaueten Raume müssen Förderstrecken offen gehalten werden. An beiden Stössen derselben werden die Bergmauern besonders sorgfältig aufgeführt, um dieselben zu sichern. Bei schmalen Flötzen muss in denselben das Liegende gewöhnlich, das Hangende nur in einzelnen Fällen, nachgerissen werden, um die nöthige Höhe zu erhalten, und hierbei gewinnt man Berge, die bisweilen zum Versatze hinreichend sind. Im Allgemeinen ist der Strebbau in Shropshire streichend, und es werden streichende Förderfahrten in Entfernungen von 11—13 Lachtern dem Strebe nachgeführt, mit dem bisweilen Pfeilerhöhen von 120 bis 150 Lachter abgebauet werden. Diese streichenden Förderfahrten gehen von Diagonalstrecken aus, welche von der Grundstrecke aus allmälig dem Baue bis zu der obern Feldesbegränzung, bis zum Ausgehenden oder dem alten Mann, nachgeführt werden. Um die Länge dieser vielen einzelnen Förderfahrten abzukürzen und besonders die Zeit ihrer Offenerhaltung, wenn sich der Bau auf grosse Enfernungen streichend vom Schachte entfernt (wie bisweilen 250 bis 300 Lachter), werden neue Diagonalen aus der Grundstrecke entweder gleich bei'm Betriebe nachgeführt, oder in einzelnen Fällen durch das abgebauete Feld aufgewältigt. Die Strebstösse zwischen den streichenden Förderfahrten stehen auf vielen Gruben sämmtlich in einer Flucht. Bisweilen sind aber die unteren Strebstösse, welche dann nur $1\frac{3}{4}$—$3\frac{1}{2}$ Lachter Breite haben, den andern vor, so dass der Bau das Bild eines Firstenbaues darstellt. Bei diesem Baue wird die Stückkohlengewinnung vor den breiten Strebstössen sehr befördert. Nach dem Schrämen, wobei in den nöthigen Entfernungen Beine stehen bleiben, werden die Oberbänke durch Bolzen abgefangen, und in Entfernungen von $1\frac{3}{4}$ Lachter durchgeschlitzt, und nach dem Fortschlagen der Bolzen hereingeschlagen. Bei weniger festen Kohlen ist das Schlitzen gar nicht erforderlich und die Bänke können unmittelbar nach dem Schrämen hereingetrieben werden, wodurch ein sehr grosser Vortheil bei der Gewinnung entsteht.

Ein sehr regelmässiger Strebbau wird auf dem Schaumburg- und Churhessischen Werke am Bückeberge zu Obernkirchen auf einem sehr flach gelagerten, 21 Zoll mächtigen Kohlenflötze geführt. Auf jeder Seite eines Schachtes werden 36—48 Lachter streichende Länge abgebauet, und die Pfeilerhöhe beträgt 70—80 Lachter. Ueber der Grundstrecke wird eine besondere Förder- und Wetterstrecke im Streichenden und vom Schachte aus zwei schwebende Strecken getrieben, die zur Förderung und zum Wetterwechsel dienen. Aus diesen streichenden und schwebenden Strecken werden die Strebstösse, von der Mitte zwischen zwei Schächten anfangend, getrieben, und denselben diagonale Förderfahrten (die mit dem Streichen einen Winkel von 45° bilden) nicht nachgeführt, sondern $\frac{1}{2}$—$\frac{3}{4}$ Lachter vorausgehauen. Aus jeder dieser Förderfahrten werden, je nach der Beschaffenheit des Hangenden, in jedem Stosse 2 bis 3

Lachter vorgehauen. Sämmtliche Strecken werden auf dem Flötze 3 bis 5 Lachter breit getrieben, um Raum zum Bergversatze zu erhalten, und die Förderstrecke in der Mitte nachgerissen. In Rücksicht auf die Länge der Förderfahrten und der Förderung selbst, ist dieser diagonale Strebbau sehr vortheilhaft. Die Breite der einzelnen Strebstösse ist hierbei von der schlechten Beschaffenheit des Hangenden und von der Schwierigkeit abhängig, die Kohlen bis in die Förderfahrt zu bringen, welche bei mächtigern Flötzen nicht stattfindet. Das Vorausbauen der Förderfahrt würde bei festen Kohlen, und wo auf Stückkohlengewinnung gesehen werden müsste, nachtheilig seyn; hier aber erleichtert es die Förderung, den Angriff der Seitenstösse, und trägt dazu bei, die Kohlen rein zu erhalten, indem das Nachreissen des Liegenden und die Versetzung der Berge, die daraus fallen, schon geschehen ist, wenn der ganze Streb bis auf diesen Punct vorrückt.

Dieser Bau weicht insofern von dem gewöhnlichen Strebbau ab, als die Ausrichtung des Schachtfeldes durch eine Grundstrecke und dazu gehörige Wetter- und Förderstrecke vorausgeht und der Strebbau rückwärts geführt wird, indem er an der Gränze des Schachtfeldes anfängt; und als die Förderfahrten, wie schmale Abbaustrecken getrieben, den Strebstössen vorangehen. Nur das Verhauen dieser Stösse selbst macht den Unterschied gegen den Pfeilerbau recht auffällig, da es nicht rückwärts, wie dieser, nach dem Schachte hingeführt wird.

Wir ersehen aus dem Obigen, dass einiger Unterschied bei dem soeben beschriebenen Strebbaue stattfindet, nämlich, ob die Strebstösse nur mehr oder weniger schmal sind und voreinander vorspringen, so dass sie das Ansehen von Strossen- oder Förstenbauen haben, oder ob die Strebstösse sämmtlich in einer Flucht laufen. Jedoch sehen wir auch, dass dieser Unterschied kein wesentlicher ist. Wesentliche Bedingung für den Strebbau ist eine geringe Mächtigkeit der Lagerstätte und das Vorhandenseyn von einer hinlänglichen Bergemenge zum Versetzen der abgebaueten Räume. Jedoch ist es durchaus nicht nothwendig, dass dieser Bergeversatz vollständig sey; sein Zweck ist erfüllt, wenn er, mit Hülfe einer geringen Zimmerung, partielle und unmittelbare Brüche vor dem Stosse verhindert, so dass die Bewegungen des Dachgesteins oder hangenden Gebirges hinter den Bergleuten in den schon abgebaueten Theilen erfolgen. Entweder wird der Versatz mit Bergen jeder Art gemacht, die mit der Schaufel aufgeworfen werden, so dass sie die abgebaueten Räume gänzlich ausfüllen oder man wählt die besten Steine aus und führt mit denselben durch eine trockne Mauerung Pfeiler auf, deren Zwischenräume nur sehr unvollständig mit den kleinern Stücken ausgefüllt werden.

Auf diese Weise werden in der Umgegend von Paris, in den Ebenen von Vaugirard und Montrouge, die Steinbrüche auf den als Quader- und Bruchsteine angewendeten Grobkalk betrieben. Der Kalkstein kommt in söhligen Bänken von 0,30 bis 0,70 Met. (12 bis 28 Zoll) Mächtigkeit vor, welche durch Schichten von mergeligen Substanzen voneinander getrennt sind, in denen die Steinbruchsarbeiter einen Schram führen, um die Gewinnung der Steine zu erleichtern. Das Ganze der in einem Steinbruche gewonnenen Bänke, hat gewöhnlich 1 bis 1,7 Met. Mächtigkeit. Man entblösst den Strebstoss parallel mit den fast saigern, natürlichen Klüften der Bänke, welches die Gewinnung erleichtert. Die schlechtesten Steine lässt man in den Steinbrüchen zurück und mit denselben errichtet man von Distanz zu Distanz hinter den Stössen, ohne Mörtel, Pfeiler (*piliers à bras* genannt). Zwischen dieselben stürzt man die kleinen

Berge auf, die von den Mergelschichten herrühren und gewinnt auf diese Weise das ganze Gesteinslager. Da die Steinbrüche etwa 10 bis 12 Met. und nie mehr als 30 Meter unter Tage liegen, so erleidet das Terrain durch den Steinbruchsbetrieb eine allgemeine und gleichförmige Senkung, welche bis zu Tage sichtbar ist. Mauern würden dadurch freilich beschädigt werden; allein der Cultur der Felder ist dieses Einsinken nicht nachtheilig.

Steinkohlengrube Deebank in Flintshire. Als ein merkwürdiges Beispiel eines Strebbaues mit breitem Blick, mit anscheinendem Mangel an Bergen zum Versetzen, führen wir noch die Steinkohlengrube Deebank an, die an dem östlichen Ufer des Dee in Flintshire in England eröffnet ist. Man bauet dort zwei Hauptflötze ab, die fast von N. nach S. streichen und $\frac{1}{8}$ bis $\frac{1}{10}$ gegen Osten einfallen. Ihre mittlere Mächtigkeit beträgt bei'm einen 3 und bei'm andern 5 Yards (à 3 engl. Fuss). Sie unterteufen das Bett des Dee, der dort weit eher eine Bucht als einen Fluss bildet, indem seine Breite etwa 4 engl. oder $\frac{7}{8}$ deutsche Meilen beträgt. Zur Ebbezeit ist das Bett fast trocken, zur Fluthzeit aber laufen grosse Schiffe ein, die Kohlen einladen, um sie hauptsächlich nach Irland zu führen. Beide Flötze werden, ohnerachtet ihrer bedeutenden Mächtigkeit, durch Strebbau mit breitem Blick abgebauet. Der Förderschacht ist in einer geringen Entfernung von dem Dee abgeteuft. Von dem Puncte ab, wo er das eine Flötz ausgerichtet hat, ist eine abfallende Strecke auf dem stärksten Fallen des Flötzes getrieben, die folglich den Fluss unterteuft. Auf der Sohle dieser Strecke ist eine Eisenbahn vorgerichtet, auf welcher die mit Steinkohlen beladenen Wagen mittelst eines eisernen Seils, das sich auf eine Trommel wickelt, die von einer über Tage befindlichen Dampfmaschine bewegt wird, aufwärts gezogen werden. Von dieser abfallenden Strecke aus sind zu beiden Seiten söhlige getrieben, die, dem Fallen des Flötzes nach, 70 Yards voneinander entfernt sind. Die Strebbaue werden von diesen streichenden Strecken ab schwebend getrieben. Die Strebestösse sind mit dem Streichen des Flötzes parallel; sie haben eine gerade Ausdehnung von 70 Yards. Längs der abfallenden Strecke (Bremsberg), längs den horizontalen, mit derselben in Verbindung stehenden Strecke und zwischen den Streben, bleiben bedeutende Kohlenpfeiler stehen. Vor jedem Strebe stehen 6 bis 10 Bergleute, welche an der Sohle in einer Lettenschicht 3 bis 4 Fuss tief schrämen, worauf das Kohl durch Bohren und Schiessen gewonnen wird. Das Dach wird provisorisch mit Stempeln abgefangen. Von einem andern Puncte der Grube nimmt man Berge weg, von denen man in so geringer Entfernung von dem Strebstoss eine mit diesem parallele Mauer aufführt, dass nur der nöthige Raum für die Arbeiter bleibt. Die Kohle ist vorher zersetzt, d. h. die Wände sind in gehörig grosse Stücken zerschlagen und dann ausgefördert. Auf diese Weise wird der Betrieb fortgesetzt, und das Dach wird sowohl mit Zimmerung, als auch mit Bergen unterstützt, die von einem andern Puncte der Grube herbeigeführt worden sind. Mitten in dem Versatze lässt man, indem der Betrieb vorrückt, kreisförmige oder elliptische leere Räume offen, die gehörig ausgezimmert sind, und die man mittelst einer engen Strecke mit dem Strebstoss in Verbindung setzt. Sind auf diese Weise mehre solcher Kammern entstanden, so lässt man ihr Dach zu Bruche gehen, zu welchem Ende man nur die Zimmerung wegzunehmen braucht, welches sehr leicht und ohne Gefahr für die Arbeiter geschehen kann, die sich in den engen Verbindungsörtern sichern. Das hereingegangene Dachgestein wird zur Aufführung der Pfeilermauern vor den Stössen verwendet, so dass vor denselben ein etwa 3 Fuss breiter Raum bleibt.

Der hier beschriebene Abbau ist um so gewagter, als die Lagerstätte einen Meerbusen unterteuft. Jedoch dringen die Wasser nie in die Grube ein, welches gewiss von der eigenthümlichen Beschaffenheit des hangenden Gebirges herrührt. Uebrigens befindet sich die Grube Deebank unter ganz eigenthümlichen Umständen, und wir haben dies Beispiel nicht desswegen aufgeführt, weil sie als Vorbild dienen könnte, sondern um zu zeigen, dass der Strebbau keinen so vollständigen Bergeversatz erfordert, als man gewöhnlich annimmt, und dass er unter gewissen günstigen Umständen selbst bei ziemlich mächtigen Lagerstätten angewendet werden kann. Ein Hangendes von schiefriger Textur, von mittlerer Festigkeit und einiger Biegsamkeit, ist sehr zweckmässig zu diesem Betriebe, da das schieferige Gestein sich in grössern Massen loszieht, ohne grosse Brüche zu veranlassen. In diesem Falle befindet sich das Steinkohlengebirge im franz. Norddepartement und im benachbarten Belgien, welches gewöhnlich Schieferthon von geringer Festigkeit im Dache hat. Eine nothwendige Vorsichtsmaassregel bei einer, im Verhältnisse zur Menge der Berge, bedeutenden Mächtigkeit der Lagerstätte besteht darin, längs den Hauptförderstrecken starke Sicherheitspfeiler stehen zu lassen, die zuletzt, wenn das Feld ganz abgebauet worden ist, rückwärts nach dem Schachte zu, wieder weggenommen werden. Es führt diess auf die Eintheilung des Grubenfeldes in Abbaufelder, von der wir schon geredet haben.

Ordnung, nach welcher man die Mittel bei abfallenden Lagerstätten abbauet. Es sey nun übrigens die Form der Abbaustosse, welche sie wolle, gerade oder strossenartig, so wird bei dem Strebbau ein Gang oder ein Lager stets von Oben nach Unten abgebauet. Ist dagegen die Lagerstätte in rechteckige Mittel vorgerichtet und man wendet Förstenbaue an, so wird jedes Mittel von Unten nach Oben zu genommen, allein die obern stets vor den untern, obgleich stets obere Mittel zur Reserve, wenn die tiefern Baue, aus irgend einem Grunde, nicht betrieben werden können, stehen bleiben müssen.

Wenn mehre Lagerstätten, Gänge oder Lager parallel nebeneinander und nahe genug vorkommen, dass sie durch dieselben Schächte und Querschläge ausgerichtet und in Angriff genommen werden können, so ist es im Allgemeinen zweckmässig, dass der Abbau von einer Lagerstätte zur andern, von Oben nach Unten, vorwärts schreitet, d. h., dass die obern Lagerstätten vor den untern abgebauet werden. Der Grund davon ist der, dass die Bewegungen des Gebirges in Folge unvollkommener Versetzungen der abgebaueten Räume den hangenden Schichten zwar auf eine sehr weite Strecke mitgetheilt werden, sich in die liegenden aber nur auf eine sehr mittelmässige Distanz fortpflanzen. Man muss daher die liegenden Lagerstätten erst dann in Angriff nehmen, wenn die hangenden abgebauet worden sind, weil die Gewinnung dieser durch die Erschütterungen und Verwerfungen des Gebirges weit kostbarer und schwieriger gemacht werden würde. Jedoch hindert diess keineswegs, mehre parallele Lagerstätten gleichzeitig abzuhauen; es ist zu dem Ende hinreichend, dass der Abbau der obern Lagerstätten dem der untern um soviel voraus sey, dass die unmittelbar übereinander liegenden Mittel nicht gleichzeitig gewonnen werden.

Der hier dargelegte Grundsatz über die Ordnung, in welcher mehre parallele und benachbarte Lagerstätten nacheinander abgebauet werden müssen, ist um so wichtiger, je unvollkommener der Bergeversatz seyn kann und je näher die Lagerstätten beieinander vorkommen. Er ist besonders auf einander parallele und in einem Becken untereinander liegende Steinkohlenflötze anzuwenden, weil die Erschütterungen durch den Ab-

bau der liegenden Flötze die Kohlen der obern Sohlen so zerreissen könnten, dass die letztern sehr viele Staub- oder kleine Kohlen geben würden, die im Allgemeinen einen weit geringern Werth haben, als die Stückkohlen.

Beispiele von Leistungen der Häuer auf einigen Steinkohlengruben verschiedener Länder, die mit Strebbau betrieben werden.

Auf dem $4\frac{3}{4}$—$5\frac{1}{2}$ Fuss, incl. $\frac{1}{2}$—$1\frac{1}{4}$ Fuss Bergmittel, mächtigen Flötze der Grube Horsehay, in Shropshire, gewinnt ein Häuer vor dem Strebe in der 18stündigen Schicht 15 preuss. Tonnen. Die Häuerarbeiten sind aber getheilt. Der Schramhäuer muss einen 9 Yards breiten Stoss 1 Yard tief verschrämen, oder $1\frac{3}{4}$ Quadratlachter dieses verschrämten Raumes schüttet an 80 preuss. Tonnen, von denen aber ein Theil als Gruskohle in der Grube bleibt und nicht mit gefördert wird.

Auf der Haighgrube bei Wigan, in Lancashire, auf einen 22—36 Zoll mächtigen Flötze von Kennelkohle, gewinnt der Häuer in 10 Arbeitsstunden $12\frac{1}{2}$ preuss. Tonnen. Der Schram kann nicht tief geführt werden, weil die Lage nicht mächtig ist, in der er geführt werden muss, und die Kohlen sich ihrer Festigkeit wegen gar nicht dazu eignen; die vielen senkrechten und ziemlich offenen Klüfte erleichtern dagegen auch wieder die Gewinnung; und ebenso die starke Ablösung des Flötzes vom Hangenden.

Mons. Auf den Flötzen Braize und Grand Frainoir des Schachtes Marie Joseph II., Consession Rieu dü Coeur, welche je 3 Fuss mächtig und flach gelagert sind, gewinnt ein Häuer vor den $6\frac{3}{4}$ Lachter breiten Strebstössen $9\frac{1}{4}$ Tonnen preuss. Kohlen; derselbe verschrämt dabei eine Stosslänge von $67\frac{1}{2}$ Zoll (1 Toise zu 6 Lütt. Fuss gerechnet) auf eine gleiche Tiefe, so dass er während der Schicht, die 9 bis 10 Stunden dauert, wenigstens zweimal hereinschlagen und an einem Stosse schlitzen muss. Die unreinern Lagen des Flötzes werden mit in die Berge versetzt.

Auf dem $2\frac{1}{2}$ Fuss mächtigen Flötze Grande Veine der Grube Grand Horna unterschrämt ein Häuer in der Schicht den Strebstoss auf 2 Meter ($67\frac{1}{2}$ Zoll preuss.) Länge 1,5 Meter (57 Zoll preuss.) tief, und gewinnt dabei zwar 12—15 preuss. Tonnen; derselbe verrichtet jedoch nicht alle Häuerarbeiten, sondern es sind auf 50 Schrämhäuer noch 10 besondere Schlitzhäuer (*coupeurs de la veine*) und 22 Streckennachreisser (*coupeurs de voie*) beschäftigt, welche letztere auch den Bergeversatz nachführen. Auf diese Mannschaft vertheilt, kommen auf einen Arbeiter nur 7,3—9,1 preuss. Tonnen, wobei jedoch zu bemerken ist, dass das Streckennachreissen gewöhnlich unabhängig von der Kohlengewinnung geschieht und auch bei den meisten vorstehenden Angaben nicht einbegriffen ist.

Anzin. Auf der 3 Fuss mächtigen, 18—20 Zoll reines Kohl führenden Grande Veine des Schachtes Charles verschrämt ein Häuer vor den 10 Meter ($4\frac{3}{4}$ Lachter) hohen Strebstössen eine Länge von 5 Meter, gewöhnlich 1,2 Meter ($45\frac{1}{2}$ Zoll preuss.) tief, schlitzt und schlägt das Kohl herein, welches sehr milde ist, und gewinnt dabei in 8 bis 11 Arbeitsstunden 15 Tonnen preuss. Das Maass, welches derselbe herausschrämen muss, ist 1 Meter ($38\frac{1}{4}$ Zoll), doch wird gewöhnlich mehr geleistet; dabei würden auf diesem Flötze $12\frac{1}{2}$ Tonnen fallen.

Auf den schwächsten und am Schwersten zu bearbeitenden Flötzen in Anzin liefert 1 Häuer in der Schicht noch 5 Tonnen, wobei aber zu bemerken ist, dass das Kohl sehr milde und wenig stückreich ist.

Auf dem mit 5—10° fallenden Flötze, Untere Girondelle des Baldeneyer Erbstollens, welches nur 1 Fuss mächtig ist, liefert der Häuer vor Strebbau, dessen Stösse

6 Lachter breit sind, 5 Tonnen in der Schicht. Schram und Kohl ist fest, letzteres stückreich.

Abbau sehr mächtiger Lagerstätten. Querbau (*méthode en travers*). Manche Erzgänge, wie, z. B., die ungarischen, oder auch einige Erzstöcke von unregelmässiger Gestalt, haben eine zu bedeutende Mächtigkeit, als dass es möglich wäre, sie durch Baue in ihrer Ebene, die von dem Liegenden und Hangenden begrenzt sind, abzubauen. Sind die Erze von einer hinlänglichen Quantität Gangarten begleitet, so dass die abgebaueten Räume vollständig damit versetzt werden können, oder kann das Nebengestein diesen Versatz liefern, so wendet man sehr zweckmässig die Querbau genannte Abbaumethode an, welche ihren Namen davon hat, weil die Abbauörter in querschlägiger Richtung auf dem Streichen der Lagerstätte getrieben worden sind. Diese Abbauörter werden söhlig und mehr oder weniger breit betrieben und werden in verlorne Zimmerung gesetzt, die man alsdann, wenn die Strecken vollständig mit Bergen versetzt worden sind, gänzlich oder wenigstens theilweis wieder wegnimmt, um sie abermals zu benutzen.

Nach der Beschreibung Ferber's (physikalisch-metallurgische Abhandlungen über die Gebirge und Bergwerke in Ungarn. Berlin 1780), ist diese Abbaumethode die folgende:

Auf dem Grund-, Seiger- und Profilrisse, Fig. 2, 3 und 1, Taf. 22, wird man das Liegende *m m* und das Hangende *t t* des Ganges erkennen. Im Liegenden wird eine Feldstrecke *E F* getrieben, senkrecht auf derselben aber Oerter (Querörter, Erzstrassen) *a a*. Zwischen zweien derselben müssen 3 Ortsweiten, *b*, *c*, *b*, Fig. 2, liegen. Auf diesen Querörtern *a* wird das Erz bis zum Hangenden gewonnen, und das Ort mit einer Zimmerung verwahrt. Ist eine Erzstrasse abgebauet, so wird es mit Bergen versetzt, und dabei ist zu bemerken, dass, ehe damit der Anfang gemacht wird, die Sohle mit gutem Ladholze belegt werden muss; damit nach spätern Zeiten, im Fall man von tiefern Strecken (Läufen) mit der Arbeit heraufkommen sollte, man theils wisse, dass schon Querörter hier verhauen sind, theils die Arbeiter vor herabfallenden Bergen sicher seyn mögen, und das Gebirge auch nicht geschwächt werde. Auf das Ladholz werden taube Berge bis fast 5 oder 6 Zoll von der Förste aufgesetzt, wodurch die Arbeit in dem darüber liegenden Querorte erleichtert wird, indem die Erzmasse schon auf einer Seite frei ist.

Nachdem nun die Querörter der ersten Sohle (ersten Contignation) versetzt sind, zieht man den grössten Theil der Zimmerung wieder heraus, um sie von Neuem zu gebrauchen. Ist der Abbau und die Versatzung der ersten Querörter *a* beendigt, so greift man die dazwischen liegenden *b*, *c*, *b*, an, indem man etweder mit den Oertern *b* oder *c* den Anfang macht, welches von den Localitätsverhältnissen abhängt. Auf Fig. 2 sehen wir, dass man den Erzhieb immer so einrichten kann, dass zwischen zwei im Betriebe stehenden Oertern stets drei Ortsweiten feste Strosse oder drei versetzte Oerter befindlich sind. Man kann auf diese Art die Gangmasse der ersten Contignation *E F* gänzlich wegnehmen und die ausgehauenen Räume mit Bergen versetzen.

Zu gleicher Zeit werden auch die Querörter der höher liegenden Contignationen $E^1 F^1$, $E^2 F^2$, $E^3 F^3$ auf eine analoge Art angelegt. Dieserhalb treibt man die Uebersichbrechen $h h^3$, $k k^3$ in dem Liegenden des Ganges, und von diesen aus wiederum die Feldstrecken der obern Contignationen. (Siehe Fig. 3.)

Nach dem Vorhergehenden wird es leicht seyn, auf den Rissen folgende Gegenstände zu erkennen:

a a, erste Querörter in der ersten Contignation *E F*, Fig. 2, welche schon mit Bergen versetzt sind;

b, b, Oerter auf derselben Contignation, welche später versetzt worden;

c, jetzt im Betriebe stehendes Ort auf derselben Contignation;

d, Theil der Lagerstätte, welcher jetzt angegriffen wird;

e, taubes Mittel, welches als Bergveste stehen bleibt;

f, Umbruch von der Feldstrecke *E F* aus, um zwischen dem Hangenden und dem tauben Mittel auf dem Streichen des Ganges einen Bau vorzurichten;

g, Bergeversatz auf diesem Baue;

h k, Uebersichbrechen aus der ersten Contignation zu den übrigen;

m, Liegendes des Ganges;

t, Hangendes.

In der zweiten Contignation ist die Feldstrecke noch nicht ganz vollendet, jedoch ist deren Betrieb weiter vorgerückt, als der der dritten, und dieser wieder mehr, als der der vierten. Daher haben die Querbaue das allgemeine Ansehen, wie die Förstenbaue. (Siehe Fig. 3.)

Man wird leicht einsehen, dass, wenn die Querörter *c* der ersten Contignation abgebauet und versetzt worden sind, man den Betrieb der Oerter *a' a'* der zweiten anfangen kann. Auf dieser zweiten Contignation wird das Verfahren auf der ersten wiederholt und, indem man von Etage zu Etage fortfährt, die ganze Lagerstätte abgebaut und ihr Raum mit Bergen versetzt.

Die Querbaue gewähren mancherlei Vortheile; es geht durchaus nichts von der Erzmasse der Lagerstätte verloren; die Berge, welche oft so grosse Unbequemlichkeiten in einer Grube und bedeutende Förderungskosten verursachen, können überall gut angebracht werden; Brüche werden durch die Querbaue sehr vermieden, weil aller leere Raum unumgänglich versetzt werden muss; endlich ist von der zweiten Contignation an die Gesteinarbeit leichter und wohlfeiler. Man sieht hieraus, dass viele Gründe vorhanden sind, diese Abbaue da anzuwenden, wo die Gänge sehr mächtig sind. Zuweilen ist es nöthig, dass man der Berge wegen einen Nebenbau treiben muss, und dieses geschieht am Besten durch eine Weitung in der Nähe der Querbaue.

Nachdem wir nun die Querbaue im Allgemeinen betrachtet haben, wenden wir uns zu einem bedeutenden Bergbaue, wo diese Art des Abbaues angewendet wird.

Jedoch kann ein Querbau wohl nie so regelmässig betrieben werden, als der soeben beschriebene. Auf mächtigen Gängen sind die Erze im Allgemeinen nicht gleichartig in der Gangmasse vertheilt; sie kommen auf Trümmern oder Schnüren vor, welche schmale Gänge in der Masse bilden und nach verschiedenen Richtungen laufen. Dennoch können Lagerstätten dieser Art stockwerks- oder sohlenartig, von Unten nach Oben, abgebauet werden. In jeder Sohle gehen die Querörter von der im Liegenden der Lagerstätte getriebenen Hauptstrecke aus und folgen dem Streichen der sehr erzreichen Trümmer, statt regelmässig in querschlägiger Richtung aufgefahren zu werden. Diese nicht aneinander liegenden, sondern durch taube Mittel oder Pfeiler getrennten Oerter werden nach und nach mit Bergen versetzt, und in einer höhern Sohle unmittelbar, auf den versetzten, werden neue Oerter getrieben.

Bei dem oben beschriebenen Querbau ist die Gewinnung in der obern Sohle dadurch erleichtert, dass die Gangmasse auf der untern Seite schon frei ist. Dagegen wird die Versetzung der abgebaueten Räume sehr kostbar, indem man bei'm Betriebe der Querörter mit den Erzen auch das Taube gewinnen muss, welches letztere man in die benachbarten schon abgebaueten Oerter verstürzt. Diese Bergeförderung muss um so kostbarer seyn, da eine vollständige Versetzung unerlässlich ist, damit der Druck der obern Sohlen keine Brüche veranlasse, ein Umstand, der viele Nachtheile und einen sehr bedeutenden Holzverbrauch veranlassen würde.

Abbau mit breiten Querörtern. Wenn das die Erze begleitende taube Gestein zur fast vollständigen Versetzung hinreicht, oder wenn die Erze in der ganzen Gangmasse vertheilt wären, würde es vortheilhaft seyn, statt des oben beschriebenen ungarischen Querbaues, dessen Quer- oder Abbauörter etwa nur $1\frac{1}{2}$ Lachter mächtig sind, weite Abbauörter anzuwenden, deren Stoss entweder parallel mit dem Streichen des Ganges läuft, oder senkrecht cuf demselben steht. Das taube Gestein würde hinter dem Stosse verstürzt werden, wie es gewöhnlich bei den Abbauen dieser Art, z. B., beim Strebbau, der Fall ist, und um den Versatz würde man die beiden zur Förderung und Wetterführung erforderlichen Strecken offen erhalten. Man könnte aber auch ausserdem mitten in dem Versatz andere Förderstrecken offen lassen, wenn es erforderlich wäre. Man würde dadurch die Kosten der verlornen Zimmerung, sowie die Förderkosten für die Berge, vermindern, und die Gewinnung würde auf solchen breiten Strecken weit vortheilhafter seyn, als auf den engern. Die Baue der obern Sohlen würden auf dem Bergeversatze der untern betrieben werden, indem wir denselben hier als vollständig annehmen. Wenn die verlornen Stempel zur Abfangung der Förste der Abbaue unmittelbar auf diese Berge gesetzt würden, so könnten sie in dieselben eingedrückt werden, welches jedoch durch einen Schwell von breitem Holz vermieden werden kann. Endlich ist es offenbar vortheilhaft, nach der ganzen Höhe einer Sohle den ganzen bauwürdigen Theil eines Ganges auf einmal anzugreifen und die gewonnenen tauben Gesteine sogleich hinter sich zu verstürzen, statt sie nach andern schon vollendeten Abbauen zu fördern.

Wenn die Abbaue nicht fast gänzlich versetzt wären, so könnte man die Gewinnung stockwerksartig von Oben nach Unten einrichten. Hat man nicht hinreichende Berge, um einen festen und vollständigen Versatz zu machen, so würde der Abbau durch Querbaue und durch Stockwerke von Unten nach Oben offenbar unmöglich seyn; denn nachdem man die Gewinnung in einer Höhe von 2 oder 3 Stockwerken ausgeführt haben würde, würden ungeheure Brüche nicht zu vermeiden seyn, in deren Mitte regelmässige Baue nur mit den grössten Schwierigkeiten ausführbar seyn würden.

Kann man in diesem Falle die zum Versatz erforderlichen Berge nicht aut eine wohlfeile Weise vom Tage in die Grube bringen, so müsste man, sage ich, den Abbau stockwerksartig, und zwar nicht von Unten nach Oben, sondern von Oben nach Unten, einrichten. Nehmen wir, z. B., an, dass ein Stockwerk oder eine Sohle abgebauet worden sey, und dass Brüche wegen Mangel an Versatz unvermeidlich seyn würden, der liegende Theil der Lagerstätte aber noch unverritzt sey und ihre Festigkeit nirgend gelitten habe. Greift man nun eine unmittelbar unter den Brüchen stehende Sohle von der Feld- oder Grundstrecke aus an, indem man die Breite der Querörter nach der Festigkeit des Gesteins und nach der des aus den obern Brüchen erfolgenden Versatzes

einrichtet: so wird es leicht seyn, dieses Ort durch Zimmerung so lange offen zu erhalten, bis dass man das Hangende oder Dach der Lagerstätte erreicht hat. Die Erze würden ausgefördert, das taube Gestein aber soviel, als möglich, auf eine von den Seiten der Strecke versetzt werden, so dass nur eine freie Communication bleibt; ihre Ausförderung würde man soviel, als möglich, zu vermeiden suchen müssen. Nachdem das Querort vollendet, würde man die Zimmerung vom Hangenden nach dem Liegenden der Lagerstätte zu wieder wegnehmen müssen, um dadurch ein zu Bruchegehen der Streckenförste, welche aus Versatz bestehen, und der alsdann das eben verlassene Querort ausfüllen würde. Damit dieser Versatz nicht bis zu der Grundstrecke gelange, muss man deren Wange durch eine trockene Mauerung oder durch eine leichte Zimmerung offen zu erhalten suchen.

Diese Abbaumethode hat durchaus keine Schwierigkeiten und weit weniger Gefahr, als viele dergleichen Gewinnungsarten, sowie sie täglich angewendet werden. Auch wendet man sie bei mehrern sehr mächtigen Steinkohlenflötzen, wie, z. B., in Schlesien, an.

Wir würden übrigens die Lagerstätten, auf welche sich diese Abbaumethode anwenden lässt, in die Kategorie derjenigen setzen können, bei denen das mitbrechende taube Gestein zum Bergeversatze nicht hinreichend ist. Jedoch ist es klar, dass der Unterschied zwischen diesen beiden Arten von Lagerstätten in ihrer Natur nicht deutlich hervortritt, und es ist uns daher zweckmässig erschienen, diese beiden Abbaumethoden, die auf Lagerstätten anwendbar sind, die nur durch die grössere oder geringere Menge des mitbrechenden tauben Gesteins voneinander verschieden sind, unmittelbar nebeneinander zu stellen.

Stockwerksartiger Abbau mächtiger Lagerstätten, die nur ein geringes Fallen haben, und bei denen die Abbauörter nicht querschlägig geführt werden. Man hat die soeben beschriebene Abbaumethode **Querbau** genannt, weil bei der Gewinnung der mächtigen und sehr steil fallenden Erzgänge Ungarns, bei denen sie zuerst angewendet worden ist, die Abbauörter in querschlägiger Richtung von dem Streichen der Lagerstätte geführt werden. Es ist klar, dass die Benennung: Abbaumethode durch söhlige Stockwerke, die von Unten nach Oben geführt werden, auch ebensogut auf die ungarische Gewinnungsmethode angewendet werden konnte. Eine gänzlich ähnliche Methode kann aber auch auf unregelmässige, stockförmige Massen, ja selbst auf söhlige und mächtige Flötze angewendet werden, bei denen die mit den Erzen oder Kohlen vorkommenden tauben Gesteine zum Versatze hinreichend sind. In diesem letztern Falle werden aber die Abbauörter nicht mehr querschlägig getrieben, und die Benennung Querbau ist darum nicht mehr anwendbar.

Wenn die Gangarten oder das mitbrechende Gebirge zu einem sorgfältigen Versatze nicht mehr hinreichen, so kann, wie wir sahen, eine ähnliche Methode mit sehr vielem Vortheil angewendet werden; jedoch werden die aufeinander folgenden söhligen Stockwerke abwärts und nicht aufwärts abgebauet.

Lagerstätten, mit denen nicht soviel taubes Gestein vorkommt, um einen hinreichenden Bergeversatz bewirken zu können. Die Lagerstätten der zweiten Art, mit denen nicht soviel taubes Gestein einbricht, um einen solchen Versatz bewirken zu können, dass die Abbaue, in Berücksichtigung der Lagerstätte und Beschaffenheit des Hangenden und Liegenden, gehörig gesichert werden können, werden auf verschiedene Weisen abgebauet, welche von der Mächtigkeit der Lagerstätte,

nach ihrem Fallen, nach der Festigkeit der abzubauenden Substanz, von dem Werthe derselben, sowie endlich von mehrern örtlichen Umständen abhängen. Diese Abbaumethoden können auf folgende Weise classificirt werden.

1) Pfeilerabbau, bei welchem man die langen Pfeiler als Bergfesten stehen lässt.

2) Pfeilerbau mit kurzen oder quadratischen Pfeilern, die gänzlich oder theilweise genommen werden:

3) Abbau mit Bergeversatz, und

4) Bruchbau.

Wenn übrigens wegen der grossen Mächtigkeit der Lagerstätte, oder wegen nicht hinlänglicher Festigkeit des Gebirgsgesteins, es nicht möglich ist, die Abbaue eben so hoch zu machen, um die Lagerstätte nach ihrer ganzen Mächtigkeit auf einmal zu gewinnen, so wählt man auf- oder abwärts gehenden Stockwerksbau und wendet bei jedem Stockwerk eine von jenen, weiter unten beschriebenen, Methoden an.

1) Pfeilerabbau, bei welchem man die langen Pfeiler als Bergfesten stehen lässt.

Abbau in zwei Epochen; Betrieb der Vorrichtungs- und Abbaustrecken; Pfeilerabbau. Diese Abbaumethode wird bei fast allen Lagerstätten von mittlerer Mächtigkeit, d. h., bei solchen, die 3 Meter oder anderthalb Lachter nicht übersteigen, angewendet, und ist besonders bei Steinkohlenflötzen zweckmässig. Sie hat viel Aehnlichkeit mit dem Abbaue schmaler Gänge oder Lager, bei denen ein Bergeversatz möglich ist, und unterscheidet sich von diesem nur dadurch, dass wegen Mangel an Bergen die abgebauten Räume nicht durch solche, sondern durch das zu Bruche gehende Dach versetzt werden können. Es folgt daraus, dass in den abgebauten Theilen der Grube die Förderung und Wetterführung nur mit grossen Kosten offen erhalten werden könnte. Der Abbau mit langen Pfeilern muss daher mit grosser Ordnung betrieben werden, er muss an den Puncten beginnen, die von dem Förderschachte am Entferntesten liegen, oder man muss mit dem Abbaue von Hinten nach Vorn vorgehen. Es muss demnach der Abbau aus zwei nacheinander folgenden Operationen bestehen, nämlich:

1) In dem Betriebe von Strecken, die von dem Förderschachte oder von der Förderstrecke ausgehen, und wodurch die langen Pfeiler gebildet werden. Sie sind, den Umständen nach, entweder nur blosse Vorrichtungs- und Ausrichtungsarbeiten, oder es sind zugleich auch wirkliche Abbaue.

2) In dem Abbaue der langen Pfeiler, welcher von Hinten nach Vorn vorschreitet, und bei dem man das Dach hinter sich zu Bruche gehen lässt.

Die folgenden Beispiele werden zeigen, wie man Abbaue dieser Art unter verschiedenen Umständen führen muss.

Abbau des Steinkohlenflötzes du Sagnat zu Roche-la-Molière im Loire-Departement mit theilweisem Bergeversatz. Dieses Steinkohlenflötz hat eine Mächtigkeit von 1,66 Meter (63 Zoll), ein Fallen von 20 Grad, und seine Sohle ist sehr fest. Im Dache steht ein von 7 bis 24 Zoll mächtiger Schieferthon, auf welchen ein ausserordentlich fester, aber zerklüfteter Kohlensandstein folgt. Durch diese Klüfte gelangen stets eine grosse Menge Wasser in die Grube und fallen der Grundstrecke zu. Das Flötz besteht aus reiner Steinkohle, mit Ausnahme einer dünnen und sehr zerreiblichen Lage von $1\frac{1}{2}$ bis 2 Zoll Mächtigkeit, welche in $\frac{1}{3}$ Höhe dem Dache

und der Sohle fast parallel läuft. Der Schiefer, den man das falsche Dach nennt, hat gar keinen Zusammenhang mit dem hangenden Sandsteine; er fällt daher, sobald das Kohl weggenommen worden ist, von selbst herab, und es wird dieser Schieferthon daher zu dem theilweisen Bergeversatz angewendet.

Erste Epoche des Abbaues. Streckenbetrieb. Von dem Förderschachte aus und in einer etwas höhern Sohle, als derselbe, treibt man eine streichende Strecke. Sie hat, zur Erleichterung der Förderung, ein geringes Fallen nach dem Schachte zu. Uebrigens bildet sie eine 4 Met. oder etwa 2 Lachter breite Abbaustrecke, ähnlich denen, die in einer höhern Sohle getrieben werden. Auf der Sohle dieser Strecke wird auf Querschwellen eine hölzerne Förderbahn vorgerichtet, und unter derselben wird eine Rinne zur Abführung der Wasser zu dem Sumpfe des Schachtes vorgerichtet. Sobald diese Strecke begonnen ist, treibt man auf dem Fallen des Flötzes ein schwebendes Ort. Man giebt ihm ohngefähr 4 Meter oder 2 Lachter Breite und treibt zu beiden Seiten streichende Abbaustrecken, die mit der untern Förderstrecke, parallel sind, ebenfalls 4 Meter breit und voneinander, sowie von der Förderstrecke durch 5 bis 6 Meter breite, lange Pfeiler getrennt sind. Dieselben werden etwa von 12 zu 12 Metern durch schwebende Strecken, die nach dem stärksten Fallen getrieben werden, durchschnitten. Diese schwebenden Strecken dienen zur Förderung der Kohle aus den obern Abbaustrecken nach der Förderstrecke, sowie auch zur Wetterführung. Beide angegebene Systeme von Abbauörtern sind schwebend bis zu dem obern alten Baue und streichend bis zu der Markscheide des Grubenfeldes getrieben worden, welche durch alte Baue, durch einen Rücken, oder endlich durch die zu grosse Länge der Förderbahn bestimmt wird. Braucht nur dieser letztere Punct berücksichtigt zu werden, so kann man die streichenden Strecken mehr als 1000 Meter lang von dem Förderschachte aus in's Feld treiben.

Die Gewinnung der Kohlen in diesen Bauen wird auf folgende Weise bewerkstelligt:

Zwei Häuer, die vor dem Ortsstosse stehen, schrämen gewöhnlich in einer schwachen Schiefer- oder Thonschicht, welche, wie schon bemerkt, in etwa ein Drittel Höhe von dem Flötze vorkommt. Der Schram wird ohngefähr 0,50 bis 1 Meter tief geführt. Darauf wird, wenn es erforderlich ist, an den Seiten geschlitzt, und es wird der Theil des Flötzes über dem Schram mit Keilen hereingetrieben. Darauf wird die untere Bank dadurch gewonnen, dass man Keile am Ortsstosse senkrecht eintreibt. Gewöhnlich schiebt sich dieser Theil des Flötzes auf der Sohle fort. Hängt er an der Sohle fest, so ist die Gewinnung weit schwieriger, und das wohlfeilste Gewinnungsmittel bestände wahrscheinlich darin, dicht auf der Sohle zwei bis drei Bohrlöcher zu treiben. Nachdem die Häuer ihr Tagewerk herausgeschlagen haben, kommen die Zimmerlinge, um hölzerne Stempel unter die brüchigen Puncte des Daches zu stellen. Diese sehr einzeln und ziemlich entfernt voneinander stehenden Stempel sind zur Sicherung hinreichend. Wenn die Abbaue weiter vorwärts getrieben worden sind, so legt man die Mannschaft derselben einige Tage lang an andern Orten an, nimmt dann die Stempel weg und zwar die in der Nähe des Stosses stehenden zuerst, und indem man nach den Enden der Abbaustrecken zurückschreitet. Es bleibt auf diese Weise nur sehr wenig Holz zurück, und nur soviel, als zur Sicherung der zu dem Wegnehmen der Stempel angewendeten Arbeiter erforderlich ist. Da diese wenigen Stützpuncte nicht mehr hinreichend sind, so geht das Dach zu Bruche, indem die letzten Stempel zerbro-

chen werden. Die Strecke wird nun mehrere Tage nicht befahren, um der Förste Zeit zu lassen, sich gänzlich abzuschälen. Darauf befährt der Steiger den Abbau mit Vorsicht, und untersucht die Förste, um sich zu überzeugen, dass überall der Sandstein entblösst worden ist, indem diess das beste Zeichen abgiebt, dass kein weiterer Bruch stattfinden wird. Die noch hängengebliebenen Theile, welche von den noch stehen gebliebenen Stempeln oder von den Kohlenpfeilern unterstützt worden sind, werden nun mit der Keilhaue weggenommen. Man stellt nun Taglöhner auf den Strecken an, welche mit dem Schieferthon entweder gleichweit voneinander stehende Pfeiler, oder fortlaufende Mauern errichten, die auf dem untern Pfeiler des Abbaues stehen und bis zu dem Sandsteindache reichen. Die Oeffnungen für die fallenden Strecken der untern Abbaue müssen offen gelassen werden. Auf diese Weise wird derjenige Theil des Abbaues, welcher an dem untern Pfeiler anliegt, auf einer um so grössern Strecke versetzt, je bedeutender die Mächtigkeit des Daches ist. Sind die Versatzmauern vollendet, so können die Häuer vor Ort zurückkehren, und die Abbaustrecken weiter treiben, wenn sie nicht schon die Markscheide des Grubenfeldes erreicht haben.

Die Häuer arbeiten in regelmässigen Schichten; jeder von ihnen muss täglich 60 Hectoliter Steinkohlen gewinnen. Jedoch erhalten sie ein verschiedenes Lohn, je nachdem sie mehr oder weniger Stück- und Staubkohlen liefern. Ausserdem ist das Lohn auch nach der Beschaffenheit der Steinkohle verschieden.

Zweite Epoche des Abbaues oder der Abbau der Pfeiler. — Der Abbau der Pfeiler, welche die schwebenden und streichenden Strecken voneinander trennen, wird erst dann bewerkstelligt, wenn die streichenden Strecken das Ende des Grubenfeldes erreicht haben. Man verfährt dabei auf folgende Weise:

Man beginnt den Pfeilerabbau an einem der Ecken und an dem entferntesten Puncte von dem Förderschachte und der Förderstrecke. Man greift die Pfeiler von Oben nach Unten ihrer ganzen Länge nach an, welche, wie schon bemerkt, zwischen zwei schwebenden Strecken 10 bis 12 Meter beträgt. Man sichert das Dach, indem man mit dem Abbaue vorwärts geht, durch Stempel, und auf dieselbe Weise, wie es bei dem Betriebe der Abbaustrecken geschah. Man kann auf diese Weise den ganzen Pfeiler abbauen, wenn man überzeugt ist, dass das Zubruchegehen des hangenden Gebirges ohne Nachtheil sey; wenn aber dieses Zubruchegehen Nachtheile veranlassen könnte, wie, z. B., einer weitern der in dem Steine vorhandenen Spalten und den Einbruch grosser Wassermassen in die Grube, so begnügt man sich damit, nur einen Theil des Pfeilers, etwa ein Viertel oder die Hälfte, wegzunehmen, jenachdem der vorher aufgeführte Bergeversatz mehr oder weniger vollständig ist, und jenachdem man die Brüche mehr oder weniger zu vermeiden sucht. Uebrigens werden beide Arten des Pfeilerabbaues, sowohl der vollständige, als der theilweise, auf gleiche Weise ausgeführt. Nachdem der Pfeiler gänzlich oder theilweise abgebauet worden ist, nimmt man die Stempel, welche das Dach sichern, hinweg, lässt dasselbe zu Bruche gehen und geht zu andern Pfeilern über, welche der Förderstrecke und dem Schachte näher liegen. Nur dann, wenn die Theile der Grube, wo die Pfeiler vorhanden waren, offen erhalten werden sollen, werden Strecken durch Bergeversatz offen erhalten.

Die bei'm Pfeilerabbau angelegten Arbeiter müssen täglich jeder 80 Hectoliter Steinkohlen gewinnen, statt dass bei'm Streckenbetriebe nur 60 Hectoliter erforderlich waren. Bei solchen Theilen des Flötzes, die ein wasserdichtes Hangendes haben, und die von Thälern und Tagewässern entfernt sind, nimmt man die Pfeiler gewöhnlich gänz-

lich hinweg. Dagegen findet ein nur partieller Pfeilerabbau an solchen Puncten statt, über welchen Tagegebäude, Thäler und Gewässer vorhanden sind.

Betrieb der Grube du Treuil. — Dieses 1,25 Meter mächtige Flötz hat nur ein geringes Fallen; im Dache hat es Schieferthon, der sich leicht ablös't und die Steinkohle von dem festen Gesteine trennt. Man wendet dieses brüchige Dachgestein, wie zu Roche-la-Molière zu theilweisem Bergeversatz an. In der ersten Periode des Betriebes werden die Strecken streichend und schwebend getrieben; sie sind ebenfalls 4 Meter breit. Die mittlere Entfernung der streichenden Strecken voneinader beträgt 20 Meter; die der schwebenden Strecken 25 Meter. Die rechteckigen Pfeiler, welche diese Strecken voneinander trennen, werden darauf auch abgebauet, und die abgebauten Räume werden durch Bergeversatz gesichert, der von dem Schieferthondache herrührt. Man führt einzelne Pfeiler auf, die fast gleichförmig in dem Raume vertheilt sind, den vorher der Steinkohlenpfeiler einnahm. Die Förderstrecke liegt im Niveau des Schachtes und unter allen Abbaustrecken. Sie ist mit einem Schienenwege versehen, und die Förderung geschieht durch Pferde. Um dieser Strecke die nothwendige Höhe zu geben, hat man die Sohle und das Dach nachgerissen.

Die Gerhard-Steinkohlengrube bei Saarbrücken in Rheinpreussen. — Diese Grube giebt uns das Beispiel von dem Abbaue zweier paralleler und ziemlich mächtiger Steinkohlenflötze, durch lange Pfeiler. Die beiden Flötze das Heinrich- und das Beustflötz, sind das erste 1,87 und das andere 2,81 Meter (72 und 108 preuss. Zoll) mächtig. Ihr gewöhnliches Fallen beträgt höchstens 14 Grad; oft ist es aber auch geringer. Der Abbau findet über dem Niveau eines Stollens statt.

Ein Theil von jenem Flötze über dem Stollen ist zuvörderst durch streichende Strekken in grosse, lange, 60 Meter breite Felder vorgerichtet. Es haben diese Strecken eine Breite von 5 bis 6 Meter. Zwischen zweien dieser streichenden Strecken werden Diagonalen, d. h., Strecken, getrieben, deren Achse zwischen dem Streichen und dem Fallen liegt, so dass ihr Fallen nach der untern Strecke 3 bis $3\frac{1}{2}$ Grad beträgt.

Diese Diagonalen werden bis auf eine Entfernung von 4 bis 5 Meter von der untern Strecke etwa zwei Meter weit getrieben, worauf sie sich aber bis auf 5 oder 6 Meter erweitern, wie Fig. 4, Taf. 21, zeigt. Sie sind durch 10 Meter mächtige Kohlenpfeiler *P, P, P,* voneinander getrennt. Man versieht sie, soweit diess für die Sicherung erforderlich ist, mit Zimmerung. Im Dache lässt man 30 bis 35 Centimeter Steinkohlen stehen (man bauet Kohle an); denn da diese fester, als das Dachgestein, sind, so erspart man dadurch viel Zimmerungskosten. Die Förderwagen gelangen durch die untern Strecken zu den Pfeilern, und durch die Diagonalen *G, G, G* bis in die Nähe der Häuer.

Diese Arbeiten bilden den ersten Theil des Abbaues. Das Wegnehmen der Pfeiler *P* erfolgt alsdann auf solche Weise, dass die von dem Stollen am Entferntesten, den alten Bauen am Nächsten und von dem Stollenmundloche am Entferntesten liegenden Pfeiler zuerst angegriffen werden. Jeder einzelne Pfeiler *P* wird an seinem obern Ende angegriffen. Man gewinnt die Kohle auf einer Breite von 5 bis 6 Meter zwischen zwei benachbarten Diagonalen *G,* lässt im Dache Kohlen stehen und unterstützt dasselbe mit hölzernen Stempeln. Ist die Kohle der ganzen Mächtigkeit des Pfeilers nach abgebaut, so schreitet man zum Wegnehmen der Stempel. Diese Arbeit muss rasch und mit Vorsicht ausgeführt werden. Die im Dache stehen gebliebene Kohle, welche nun auf einer Fläche von 60 bis 80 Quadratmetern nicht mehr unterstützt ist,

fällt herab, und ehe noch das Dachgestein nachfolgen kann, nehmen die Bergleute die Stückkohlen rasch hinweg. Die bei diesen Brüchen erfolgenden Staubkohlen sind völlig verloren und bleiben in dem Gebirge zurück. Man fährt nun auf diese Weise mit dem Abbaue des angegriffenen Pfeilers fort, bis an den Punct, wo der engere Theil der Diagonale ein blosses Verbindungsort mit der untern Förderstrecke wird. Man lässt auf diese Weise über dieser Strecke eine hinlänglich mächtige Steinkohlenmasse stehen, welche nur etwa von 16 zu 16 Metern durch Oerter von geringen Dimensionen unterbrochen ist. Dieser Steinkohlenpfeiler sichert die obere Strecke, welche während des Abbaues der untern Pfeiler zur Wetterführung erforderlich ist. Er hat aber auch noch einen andern Nutzen, nämlich den, dass, wenn sich in dem zu Bruche gegangenen Theile Selbstentzündungen ereigenen, man im Stande ist, dieses in Brand gerathene Grubenfeld von dem im Abbaue begriffenen zu isoliren, indem man starke Dämme von Thon oder von Mauerwerk errichtet, welche die engen, zu dem alten Baue führenden Strecken verschliessen. Uebrigens ist es zweckmässig, diese Strecken in dem Maasse zu verschliessen, als der Pfeilerabbau beendigt ist, um die Verbindungen der im Betriebe stehenden Abbaue mit den alten zu Bruche gegangenen zu vermindern.

Die Steinkohle auf der Gerhard-Grube ist so fest, dass sie mit Bohren und Schiessen gewonnen werden muss. Ein Häuer vor den Abbauörtern gewinnt gewöhnlich nur 11 Hectoliter Steinkohlen täglich; bei dem Pfeilerabbaue dagegen 12,60 Hectoliter. Auf dem Heinrichflötze verbraucht man gewöhnlich zur Gewinnung von 216 Hectolitern Steinkohle, auf 6,30 Meter breiten Abbaustrecken, 2 Kilogramme Pulver. Der Häuer muss zu gleicher Zeit die nöthigen Stempel zur Sicherung des Daches einbringen.

Man kann zu gleicher Zeit mehrere Pfeiler in einer und derselben söhligen Reihe und zu gleicher Zeit mehrere Reihen in Abbau nehmen. Nur ist es nothwendig, dass der Abbau des entferntesten Pfeilers einer jeden Reihe vor dem vorhergehenden begonnen werde, und dass der Abbau einer Reihe angefangen werde, ehe man den entferntern Pfeiler der untern Reihe angreift. Mit einem Worte, man baut reihenweise von Oben nach Unten, oder fallend ab, und in jeder Reihe geht man von den entferntern Pfeilern zu denen vor, welche der Oeffnung der Förderbahn am Nächsten liegen.

Kommen mehrere parallele Flötze übereinander gelagert vor, so muss der Abbau mit dem obern beginnen und von Oben nach Unten vorschreiten.

Abbau sehr steilfallender Steinkohlenflötze. — Die Abbaumethode mit langen Pfeilern, die später abgebauet werden, lässt sich sehr leicht auf stehende oder steilfallende Steinkohlenflötze anwenden. Es werden dieselben durch söhlige Strecken, die zur Förderung benutzt werden, in Pfeiler abgetheilt und durch fallende Strecken oder flache Schächte, welche nach dem Fallen der Lagerstätte in bedeutender Entfernung voneinander getrieben worden sind, miteinander in Verbindung gesetzt. Die Förderung aus den Abbaustrecken nach der Hauptförderstrecke, die auf der Sohle der Baue getrieben worden ist, erfolgt in den gedachten fallenden Strecken oder flachen Schächten auf sogenannten Bremsbergen, d. h., geneigten Ebenen mit Schienenwegen, auf denen die Förderwagen mittelst eines sich abwickelnden Seiles herabgelassen werden, indem man die zu grosse Geschwindigkeit mittelst einer Bremse mässigt. Hat man das Zerbrechen der Kohlen nicht zu fürchten, so schüttet man sie in flache Schächte, die oft aus engen Röhren bestehen, die unten mit einem Schieber verschlossen sind, den man öffnet, um die Kohlen in die Fördergefässe gelangen zu lassen.

Man hält diese Röhren stets gefüllt, wodurch das Zerbrechen der Kohlen sehr vermindert wird. Die Steinkohlengruben von Sulzbach im Saarbrückner Becken, mehrere stehende Flötze in der Grafschaft Mark, sowie andere in Oberschlesien und in der Umgegend von Lüttich, bieten sehr gute Beispiele dieser Abbaumethode.

In Schlesien haben die stark fallenden Flötze nur eine Mächtigkeit von 16 bis höchstens 50 Zoll. Zur Vorrichtung eines solchen stehenden Flötzes nimmt man gern einen flachfallenden Schacht, nämlich einen solchen, welcher vom Tage nieder in der Fallungsebene des Flötzes bis zur Mittel- oder Grundstreckensohle abgeteuft wird. Aus einem solchen Schachte geht man mit streichenden Oertern fort und richtet sich so die Pfeiler vor. Es kommt hierbei indess sehr auf den Druck an, welcher im Hangenden stattfindet. Ist solcher nicht sehr bedeutend, so werden die Strecken bis in 8 Lachter Entfernung voneinander parallel getrieben; bei stärkerm Drucke aber in 4 bis 5 Lachter Entfernung voneinander. Bei dem Streckenbetriebe auf stehenden Flötzen ist besonders zu berücksichtigen, dass man mit Schienenhölzern einen verdeckten Wetterzug legt, theils um Wetter nachzuführen, theils dadurch bei'm untern Abbaue zu verhindern, dass die Berge des alten Mannes herunterstürzen, welche einen reinen Abbau verhindern würden. Man sieht in Fig. 5, Taf. 21, eine solche Vorrichtung. *a, a'* sind zwei Strecken, *m* der zwischenliegende Pfeiler und *r* der zur Wetterführung dienende Raum.

Da, wo auf den stehenden Flötzen bereits in oberer Teufe Abbau stattgefunden hat, oder wo die örtlichen Verhältnisse nicht für einen flachen oder donnlägigen Schacht sprechen, wird ein seigerer Schacht abgesunken, entweder auf eine Mittelsohle, oder sogleich bis zu der tiefen Grundstrecke. Aus diesem werden in den Abbaustreckensohlen die Querschläge zu dem abzubauenden Flötze und weiter bis zu den hangenden und liegenden Flötzen getrieben, welche in einen Abbau genommen werden sollen. Man baut die Flötze vom Hangenden zum Liegenden ab, treibt die oben bemerkten Abbaustrecken bis auf die halben Schachtlängen im streichenden Felde des Flötzes, und nur die Mittel- oder Grundstrecke bis dahin, wo wieder ein neuer Schacht der Förderung oder der Wetter wegen abgeteuft werden muss.

Der Pfeilerabbau oberhalb der Strecken wird nun entweder schwebend oder streichend, jenachdem die Schlechten des Kohls gehen, und bis auf die zuerst noch nothwendigen Schachtpfeiler fortgesetzt. Es ist dabei aber sehr zu beobachten, dass die Stückkohlen von den hohen Pfeilern sich nicht zu sehr zerschlagen. Um solches möglichst zu vermieden, kann man von der Streckensohle bis zum obern Theile des Pfeilers das Ort etwas diagonal stehen lassen, damit die Stückkohlen auf der Diagonale heruntergleiten. Diess kann indess nur da stattfinden, wo der Pfeiler streichend angegriffen wird. Da, wo der Abbau schwebend erfolgt, bleibt zur Schonung und Erhaltung der Stückohlen nichts weiter übrig, als dass man sie auf die Schramberge, oder auf kleine Kohlen, oder auf hingeworfenes Strauchwerk fallen lässt.

Die Zimmerung richtet sich nach den Gebirgsschichten im Hangenden und Liegenden, auch nach der Festigkeit der Kohlen. An theilweiser Wiedergewinnung des auf stehenden Flötzen gebrauchten Holzes ist, in der Regel, nicht zu denken. Der Druck und der enge Raum, worin sich der Arbeiter bewegt, lassen solches nur selten zu. Aus den Strecken wird zuweilen etwas Holz wieder gewonnen. Der Holzverbrauch auf den stehenden Flötzen ist daher auch bedeutend.

Die steilfallenden Steinkohlenflötze in der Grafschaft Mark werden durch den sogenannten Stossbau abgebauet, von dem es zweierlei Arten giebt. Entweder wird

nämlich ein 12—15 Lachter hoher Pfeiler mit einer Strecke unterfahren und vorgerichtet, und dann der ganze Pfeiler in verschiedenen Stössen mit einem Male weggebauet, oder es wird ein Pfeiler von ganz unbestimmter Höhe von Unten nach Oben durch Stösse, die abwechselnd vor- und zurückgetrieben werden, weggenommen.

Eine nothwendige Bedingung für jeden Stossbau ist die, dass das Flötz eine bedeutende Menge Berge enthalten muss, welche mit zu gewinnen sind; ganz besonders gilt diess von der letztern Art des Stossbaues. Bei der ersten Art ist ausserdem noch erforderlich, dass das Hangende des Flötzes gut sey, dass das Flötz nicht über 35 bis höchstens 45 Grad falle, dass die Erhaltung der Stückkohlen keinen sehr grossen Werth habe, und dass sich die Kohlen leicht von den Bergen absondern und rein erhalten lassen. Man sieht hieraus, wie sehr viel Nebenbedingungen die Anwendung dieser Art der Vorrichtung und des Abbaues unterworfen ist*).

Steinkohlenbergbau in Oberschlesien**). — Die mächtigen Oberschlesischen Steinkohlenflötze sind ohne Ausnahme schwach fallende, in der Regel sehr regelmässig gelagerte Flötze. Ihre Mächtigkeit beträgt 1, 1½ bis 3 Lachter. Gewöhnlich ist die Neigung dieser Flötze nicht über 10, häufig nur 5 bis 6 Grad, und im Allgemeinen verhält sich die Mächtigkeit umgekehrt wie ihre Neigung.

Zu Dombrowa (im jetzigen Königreich Polen) ist ein Steinkohlenflötz, welches mit zur Formation der Oberschlesischen gehört, von 6 Lachter Mächtigkeit, mit einer Neigung von 3—4 Graden, und schon zu der Zeit, wo Dombrowa noch zum Oberschlesischen Bergdistricte gehörte, bis auf eine Länge von 1000 Lachtern im Streichenden, ohne Unterbrechung, ausgerichtet worden.

Die mächtigen Flötze bestehen meistens in ihrer ganzen Mächtigkeit aus reinem Kohl, welches aber, in der Regel, durch mehrere, oft nur Zoll starke parallel laufende Lettenschmitze durchsetzt und dadurch eine natürliche Ablösung in Bänken gebildet wird. Solcher Lettenschmitze befinden sich oft 2, 3, 4 in einem Flötze, und sie sind alsdann zur Führung des Schrams von grossem Nutzen. Oft liegt der Hauptvortheil des Abbaues in der richtigen Benutzung solcher natürlichen Ablösungen.

Selten (z. B., auf dem Einsiedelflötz der Königin Louisengrube) erreicht eine solche Lettenlage eine grössere Mächtigkeit. Hier beträgt dieselbe ½ Lachter, und es wird solchergestalt das Flötz in 2 Bänke getheilt. In solchem Falle ist es als allgemeine Regel anzunehmen, dass zuerst die Oberbank in Anbau genommen werden muss, und die Niederbank dann erst angegriffen werden kann, wenn der obere Abbau zu Bruche gegangen ist und sich gesetzt hat. Diese Regel ist auch alsdann zu befolgen, wenn nur eine Lettenlage von 20 bis 30 Zoll im Flötze liegt, wodurch solches in 2 Bänke getheilt wird, z. B., auf einigen Flötzen der Fuchsgrube bei Waldenburg. Man baut die obere Bank zuerst ab, und erst nach mehreren Jahren wird zum Abbaue der Niederbank geschritten. Die Erfahrung hat die Vortheile dieser Abbaumethode ergeben, wobei freilich Alles auf die stattfindenden Localverhältnisse ankommt, welche nicht genug berücksichtigt werden können.

Das Hangende und Liegende der mächtigen Flötze ist, in der Regel, Schieferthon, zuweilen jedoch auch Sandstein. Auf dem Redenflötze der Königin Louise und

*) Eine genauere Beschreibung des Stossbaues findet sich in Villefosse: Mineralreichthum, Bd. 5. S. 159 etc.

**) Aus einer Abhandlung des Herrn Oberbergrath Heintzmann in Karsten's Archiv, ältere Reihe, Bd. 2. Heft 2, S. 34 etc.

auf dem Leopoldinen-Flötze zu Brzenskowitz besteht das Hangende in oberer Teufe sogar aus losem Triebsande. In der Festigkeit des Hangenden und Liegenden findet sehr grosse Verschiedenheit statt, und namentlich muss diese Festigkeit entscheiden, ob einige Zoll Kohl angebauet werden müssen, oder ob das ganze Flötz in voller Mächtigkeit weggenommen werden kann.

Die Klüfte, welche das Kohl durchsetzen, sind auf allen Oberschlesischen Flözzen, ohne Ausnahme, parallel mit dem Streichen. Der Abbau muss daher schon aus diesem Grunde schwebend, d. i., senkrecht gegen die Kluftflächen, geführt werden. Fälle (wie in Niederschlesien), wo die Kluftflächen diagonal oder parallel mit dem Einfallenden des Flötzes gingen, sind bis jetzt in Oberschlesien noch nicht vorgekommen.

Je grösser die Mächtigkeit der Flötze, desto mächtiger pflegen auch die Sprünge zu seyn, welche die Flötze verwerfen; dagegen scheint dann aber auch die Anzahl derselben nicht so häufig zu seyn. Auf der Königsgrube werden die Flötze durch mehrere Sprünge um 8, 12 bis 20 Lachter seiger verworfen. Ein ähnliches Verwerfen findet auf der Fanny- und auf der Königin Louisengrube statt; auch auf der Brandenburggrube verwirft ein Sprung von ausserordentlicher Mächtigkeit das Flötz. Aber auch bei weniger mächtigen Flötzen sind die Sprünge oft bedeutend, z. B., auf der Heinrichgrube bei Hermsdorf in Niederschlesien. Auf dem Kieferschachte daselbst werden die 30 bis 70 Zoll mächtigen Flötze gegen 32 Lachter senkrecht in die Höhe geworfen; auf der Bestengrube 9 Lachter, und die 20 bis 80 Zoll mächtigen Flötze der Fuchsgrube werden in dem dortigen schiffbaren Stollen 11 Lachter in's Liegende geworfen. Flötze von geringer Mächtigkeit zeigen indess selten ein solches Verhalten. In Oberschlesien hat sich ein solcher Fall noch gar nicht ereignet, und in Niederschlesien verwerfen sich die mehrsten Schichtungen nur höchstens 1 bis 2 Lachter.

Das Kohl der mächtigen Flötze ist nicht immer von grosser Festigkeit und verstattet daher gewöhnlich eine gute Schramführung. Die Anwendung des Pulvers zum Sprengen der unterschrämten Wand ist jedoch durch die Erfahrung als zweckmässig befunden worden, obgleich gegen die Anwendung des Pulvers auf den Kohlenflötzen immer noch sprechen:

a. die dadurch verursachten grösseren Kosten und

b. das Verderben der Wetter, als die natürliche Folge des Schiessens.

Ein Hauptaugenmerk bei dem Abbau ist der Procentfall an Stückkohlen. Ein zweckmässiger Abbau ist hierbei von sehr grossem Einflusse, weit mehr aber noch die natürliche Beschaffenheit des Kohls selbst, und es finden daher auch auf den verschiedenen Flötzen hierin sehr grosse Unterschiede statt. Auf der Königsgrube beträgt der Procentfall an Stückkohlen, z. B., gegen 70; dagegen steigt derselbe auf der Königin Louise nie über 40, weil jenes Kohl sehr dicht und fest, dieses hingegen von einer milden und kurzklüftigen Beschaffenheit ist. Im Oberschlesischen Reviere ist im Durchschnitt der Procentfall an Stückkohlen 67
im Waldenburger dagegen nur 44
und im Glatzischen Reviere sogar nur 12
daher im letztern Reviere nur die Gelegenheit zum Verkaufe der Schmiede- und kleinen Kohlen den Ueberschuss herbeiführt, welcher in diesem Reviere jährlich gebauet wird.

Die Ursachen des Stückkohlen-Procentfalls liegen in der Beschaffenheit des Kohls, nämlich in der grössern oder geringern Festigkeit desselben, vorausgesetzt, dass der Ab-

bau des Flötzes zweckmässig angeordnet ist. Auch wirken häufig locale Ursachen auf den Stückkohlen-Procentfall, vorzüglich Sprünge und Verdrückungen und grössere Teufe. So ist unter andern auf der Charlottengrube bei Czernitz, zwischen Ratibor und Rybnik, die Erfahrung gemacht worden, dass sich bei einer grössern Teufe von 20 Lachtern der Stückkohlen-Procentfall beinahe verdoppelt.

Ausrichtung der Flötze. Die Ausrichtung der mächtigen Steinkohlenflötze, insofern solche mit der Förderung und dem Abbaue derselben in Verbindung steht, beruht im Allgemeinen auf dem einzigen Grundsatze: dass die Ausrichtung, geschehe sie nun durch Schacht, oder durch Stollen, oder Querschlag, das zum Abbau vorzurichtende Feld stets in dem tiefsten Puncte treffen muss. Diess ist namentlich der Förderung wegen nothwendig; denn bei schweren und grossen Fördergefässen ist es unmöglich, schwebend in die Höhe zu fördern, vielmehr muss aus den Abbaustrecken immer in die tieferliegende Grundstrecke gefördert werden. Wenn die Ausrichtung durch Schächte geschieht, so werden dieselben am Zweckmässigsten so gesetzt, dass sie $1\frac{1}{2}$ bis 2 Lachter seitwärts der Grundstrecke in das Hangende des Flötzes zu stehen kommen. Namentlich ist diess bei Maschinen- oder Kunstschächten der Fall, nicht aber bei Förderschächten, welche am Zweckmässigsten unmittelbar auf die Grundstrecke gesetzt werden, damit die Förderung ungehindert unter den Schacht gelangen könne. Nächstdem bleibt stets zu berücksichtigen, dass der Wasserhaltungsschacht für sich und der Förderschacht ebenfalls für sich, Wasserhaltung und Förderung also getrennt bleiben müssen. Ein und derselbe Schacht kann daher zu beiden Zwecken nicht dienen.

Geschieht die Ausrichtung des Flötzes mittelst Stollen, so wird derselbe das Flötz meistens querschläglich im Liegenden oder Hangenden treffen. Als Regel dient hier, dass derselbe bis zum liegenden Stosse des Flötzes getrieben, und die fernere Vorrichtung von hier aus gemacht werde.

Bei der Lösung mittelst Querschlag gilt dasselbe.

Im Allgemeinen ist es allerdings vortheilhaft, ein möglichst grosses Kohlenfeld auszurichten, denn je grösser das ausgerichtete Feld, desto grösserer Gewinn ist zu hoffen, und desto mehr kann auf die Ausrichtung verwendet werden. Bei den Oberschlesischen Eisenhohöfen, welche mit Coaks betrieben werden, hat man indess eine Erfahrung gemacht, welche die Ausrichtung zu grosser Kohlenfelder als sehr nachtheilig erscheinen lässt. Man hat nämlich bemerkt, dass sich die Kohlen von denjenigen Feldern, auf denen bereits streichender und schwebender Streckenbetrieb stattfand, namentlich, wenn der Bau schon mehrere Jahre geführt worden ist, in ihrer Güte wesentlich verschlechtern, zur Erzeugung von Backcoaks in jedem Falle untauglich werden und, selbst in offenen Meilern vercoakt, nur kleine und schlechte Coaks liefern, mithin für den Hüttenbetrieb ganz untauglich geworden sind. Solche Kohlen nennt man hier abgetrocknete, voraussetzend, dass das durch den Aufschluss dem Flötze entzogene Wasser die Ursache dieser Erscheinung sey. Ob nun gleich diess sogenannte Abtrocknen des Kohls oft vielleicht nachtheiliger erscheint, als es wirklich der Fall seyn mag, so muss doch bei Ausrichtung der Flötze, besonders auf solchen, welche für Eisenhütten abgebauet werden, möglichste Vorsicht angewendet werden. Es darf daher

a) kein zu grosses Kohlenfeld zum Abbau aufgeschlossen werden. Diess ist nun freilich relativ und richtet sich im Allgemeinen nach der Grösse des Förderquantums; auch kommt es hierbei nicht sowohl auf die Ausdehnung im Streichenden, als vielmehr auf die Pfeilerhöhe des ausgerichteten Feldes an, und hier ist

beiläufig anzunehmen, dass diese Pfeilerhöhe nicht füglich über 80 Lachter flach zu wählen seyn dürfte, indem alsdann noch ein regelmässiger Bau mit streichenden Abbaustrecken vorgerichtet, auch noch allenfalls mit einem Bremsberge die ganze Pfeilerhöhe abgebauet werden kann, welches bei grösserer Höhe mancherlei Schwierigkeiten haben würde. Allgemein lässt sich hierüber indess nichts bestimmen; denn es können häufig Fälle eintreten, wo die Wahl einer grössern Pfeilerhöhe durch die Lagerung des Flötzes, oder durch andere Umstände bestimmt wird; sowie es in andern Fällen, wenn nicht unmöglich, doch wenigstens unvortheilhaft seyn würde, eine solche bedeutende Pfeilerhöhe auszurichten.

b) Um demnächst das Kohl des aufgeschlossenen Kohlenfeldes gegen Abtrocknung möglichst zu sichern, dürfen nur die nothwendigen Strecken getrieben, alle nicht unumgänglich nothwendigen dagegen müssen möglichst vermieden werden. Namentlich muss man sich hüten, die Grundstrecken ohne Noth zu rasch in das Feld zu treiben. Mögen die Abbaustrecken derselben immer vorangehen, es sey denn, dass die Grundstrecke zugleich als Untersuchungsstrecke auf dem Flötze benutzt wird, welches indess, in der Regel, nicht gut und zweckmässig genannt werden kann.

c) Die vorgerichteten Kohlenpfeiler müssen rasch und ohne Aufenthalt weggebauet, und neue dürfen nicht eher vorgerichtet werden, als bis die alten abgebauet worden. Endlich

d) scheint es von besonders wesentlichem Einflusse zu seyn, den Wetterwechsel in den Abbaustrecken, insoweit es den Arbeitern nicht nachtheilig ist, möglichst zu vermeiden. Soviel ist wenigstens gewiss, dass das in den Strecken befindliche Kohl am Meisten dem Abtrocknen unterworfen ist; und diess erstreckt sich oft 1, 2 bis 3 Lachter tief in die Kohlenwand hinein. Diess bemerkt man besonders auf den Flötzen der Königin Louise, welche fette oder backende Kohlen haben; sowie man auch auf der Königsgrube, deren Kohlen nicht backend sind, die Bemerkung gemacht haben will, dass Schlitz und Schramm auf denjenigen Puncten schwerer, als gewöhnlich, zu führen sind, wo eine Abtrocknung, z. B., bei Schacht- oder Streckenpfeilern, wirklich stattgefunden hat.

Vorrichtung des Kohlenfeldes. Die Vorrichtung eines Flötzes, insofern solche mit dem Abbaue desselben in Verbindung steht, besteht in Treibung und Legung der Grund-, Mittel- und Abbaustrecken, sowie in Vorrichtung der Bremsberge, der schwebenden Strecken oder der Diagonalen, welche dazu dienen, aus der Abbaustrecke in die Grund-, oder vielmehr in die Mittelstrecke zu gelangen.

Die Grundstrecke ist die Strecke, welche im Niveau, worin die Ausrichtung durch Stollen oder Maschinen erfolgt, getrieben ist. Mittelstrecke wird diejenige genannt, welche im Niveau einer höherliegenden Sohle, indessen unmittelbar aus einem Schachte, wodurch die Pfeilerhöhe getheilt wird, getrieben worden ist, und unter Abbaustrecken versteht man diejenigen Strecken, welche unmittelbar aus einer schwebenden oder Diagonalstrecke geführt werden.

Bei Vorrichtung aller dieser Strecken muss wenigstens im Allgemeinen auf Anlage einer englischen Wagen- oder Pferdeförderung Rücksicht genommen werden; und die erste Regel für jeden Streckenbetrieb auf mächtigen Flötzen ist daher möglichst gerade Richtung und ebene Sohle. Wenn daher auch das Flötz häufig wellenförmig gelagert ist, so darf doch dadurch die Richtung der Strecke nicht abgeändert werden;

auch können bei mächtigen Flötzen diese Unregelmässigkeiten viel grösser seyn, als bei schmalen, denn sie sind von ungleich geringerm Einflusse. Eine allgemeine Regel bei dem Streckenbetriebe auf Kohlenflötzen, — auf mächtigen Flötzen aber ganz vorzüglich — ist die, dass die Strecke, auf dem liegenden Stosse des Flötzes angesetzt, söhlig aufgefahren werden, und dass das Liegende desselben im Allgemeinen als Richtung dienen muss. Geschieht diess nicht, so läuft man bei mächtigen, schwach fallenden Flötzen leicht Gefahr, sich in dem Kohl selbst zu verirren, ein Fall, der wohl früher vorgekommen ist, so unglaublich es auch klingen mag. So beträgt, z. B., auf dem Gerhardflötze der Königsgrube die söhlige Breite vom Hangenden in das Liegende oft über 20 Lachter, und daraus lässt sich das eben Angeführte wohl erklären. Wenn aber die Strecke eine gerade Richtung erhalten soll, so kann der liegende Stoss nicht immer genau gehalten werden.

Die Unregelmässigkeit des Liegenden macht es oft nothwendig, entweder Strossen nachzureissen, oder Kohl in der Sohle stehen zu lassen, oder wenn solches weggenommen wird, die entstandene Vertiefung entweder wieder mit kleinen Kohlen auszufüllen, oder, welches zweckmässiger ist, mit Bergen zu verstürzen. Wenn kleine Kohlen zum Ausgleichen der Vertiefungen in den Strecken angewendet werden, so werden solche bei'm Abwerfen der Strecke wieder gewonnen.

In Fällen, wo die Streichungslinie des Flötzes entweder durch Schächte, oder durch Bohrlöcher, oder durch anderweitigen Aufschluss bekannt ist, kann man in der einmal durch den Markscheider angegebenen, durch Brahnen bezeichneten Stunde ruhig fortgehen, und dennoch sicher seyn, die verlorne Sohle bald wieder zu erhalten.

Die Brahnen werden in breiten Strecken am obern und untern Stosse gehängt. Das ist besonders an den Orten für die gerade Richtung nöthig, wo die Ablösungen oder Klüfte des Kohls nicht regelmässig aushalten, wie, z. B., auf der Königin Louise, wo abwechselnd der obere oder untere Stoss vorgehalten werden muss, um rechtwinklich gegen die Klüfte zu bleiben. Wenn das Streichen des Flötzes noch unbekannt ist, so wird die Direction der Strecke schwieriger. Das sicherste Mittel, die Direction der Strecke in diesem Falle richtig zu finden, bleibt immer, von Zeit zu Zeit auf die verloren gegangene Sohle des Flötzes kleine Bohrlöcher zu stossen; hierdurch erhält man immer genaue Anzeige, obgleich sich das Flötz in's Hangende oder Liegende gewendet hat. Es ist indess immer nothwendig, dass vorher das Hauptstreichen des Flötzes bekannt geworden sey.

Bei Ansetzung einer Mittel- oder Grundstrecke ist an möglichst gerader Richtung vorzüglich viel gelegen. Wäre das Flötz sehr wellenförmig gelagert, so wird am Zweckmässigsten zunächst aus einer schwebenden Strecke eine Abbaustrecke vorweggetrieben, die alsdann der Mittel- oder Grundstrecke zur Bestimmung der aufzufahrenden Richtung dient.

Auf schwachen Flötzen verfährt man mit dem Betriebe der verschiedenen Strekken in gleicher Art, nur kommt der Betrieb einer geraden Strecke oft kostbarer, weil das Nachreissen der Sohle oder Firste häufiger, als bei mächtigen Flötzen, vorkommen kann. Es kommt hierbei indess Alles auf eine richtige Vergleichung an, indem wohl zu berücksichtigen bleibt, dass eine gerade Strecke immer die kürzeste Entfernung giebt, dass sie die Erhaltung guter Wetter am Längsten sichert, und dass sie den vortheilhaftesten Pfeilerabbau gewährt.

Schon oben habe ich angedeutet, dass bei mächtigen Kohlenflötzen der Streckenbetrieb zugleich als Kohlengewinnungsarbeit betrachtet werden muss. Desshalb und auch der Förderung wegen müssen daher sämmtliche Strecken in weiten Dimensionen aufgehauen werden. Den Abbaustrecken in Oberschlesien giebt man, in der Regel, eine Breite von $2\frac{1}{2}$ Lachter. Die Höhe der Strecke aber ist sehr verschieden; sie richtet sich theils nach der Mächtigkeit des Flötzes, theils nach der Beschaffenheit des Hangenden. In den meisten Fällen ist das Hangende von der Art, dass es zweckmässiger ist, etwas Firstenkohl mit anzubauen. So wird, z. B., auf dem Gerhardflötze der Königsgrube $\frac{3}{8}$, auf dem Leopoldinenflötz $\frac{4}{8}$ Lachter Firstenkohl etc. angebauet. Dieses Kohl ist jedoch nicht verloren, sondern es wird bei dem Pfeilerabbaue wieder gewonnen. Im Durchschnitte kann man annehmen, dass die Höhe der Strecken $1\frac{1}{2}$, oft aber auch $1\frac{6}{8}$, 2 bis $2\frac{2}{8}$ Lachter beträgt.

In den Niederschlesischen Revieren werden die sämmtlichen Strecken, in der Regel, nur in solchen Weitungen aufgefahren, welche die Förderung verlangt. Für dieses Verfahren sprechen mehrere örtliche Verhältnisse. Es wird dabei besonders an Holz, welches dort theurer, als in Oberschlesien, ist, erspart, auch bekommt der Bau dadurch ein vortheilhafteres Ansehen, nur wird der Streckenbetrieb, — welcher zugleich im Lachtergedinge gehen muss, — kostbarer, welches in Oberschlesien nicht, oder doch weniger, der Fall seyn darf.

Bei der auf dem Flötze zu treibenden Grundstrecke finden aber noch einige andere Rücksichten statt. Weil diese Strecke am Längsten offen stehen bleibt, auch, in der Regel, die meiste Förderung aus derselben erfolgt, so ist es nicht gut, wenn dieselbe eine zu grosse Weite hat, indem der Druck grösser ist und viel Zimmerung nothwendig werden würde. Man fährt die Grundstrecke daher wohl nur mit $1\frac{1}{2}$ Lachter Breite auf. Diess ist jedoch nur selten der Fall, sondern um sich die öconomischen Vortheile eines breiten Streckenbetriebes nicht entgehen zu lassen, wird die Strecke breit aufgefahren und alsdann derjenige Theil der Strecke, welcher dem Hangenden des Flötzes, mithin der Richtung des Einfallenden zu liegt, also der liegende Streckenstoss von der Sohle bis zur Firste soweit mit Bergen versetzt, dass die Grundstrecke nur die zur bequemen Förderung erforderliche Breite behält. Unmittelbar neben dieser Versatzung wird zugleich auch der Sohlenritz zur Abführung der Wasser aufgehauen.

Da, wo Sprünge oder Verdrückungen das Flötz durchsetzen, oder das Kohl vorzüglich milde wird, erhält die Strecke kleinere Dimensionen von 1 Lachter Breite und Höhe; in diesem Falle wird immer derjenige Stoss, welcher dem Liegenden zusteht, eingezogen.

Da, wo aus einer Strecke eine andere abgeht, z. B., eine Diagonale oder eine schwebende Strecke aus einer Grund- oder Mittelstrecke, — oder eine Abbaustrecke aus einer diagonalen oder einer schwebenden Strecke, findet immer ein grosser Firstendruck statt. Um diesen möglichst zu vermeiden, wird die abgehende Strecke anfänglich nicht in den vollen Dimensionen, sondern nur mit 1 Lachter Breite auf eine Länge von 3 bis 4 Lachtern aufgefahren, demnächst aber ausgesprungen, und zwar auf demjenigen Stoss, welcher gegen das Hangende des Flötzes sieht. Die Förderbahn wird alsdann in gerader Linie, und zwar immer an den obern oder hangenden Stoss, gelegt, und auf dem untern oder liegenden Stosse ist die Wasserseige. Ein eigentlicher Sohlenritz wird indess in obern Abbaustrecken nicht geführt, denn diese sind meistens ganz

trocken. Auch wenn aus der Schachtscheibe Strecken angesetzt werden, geschieht diess nur anfänglich in schmalen Dimensionen, um den Schachtpfeiler nicht zu schwächen.

Da, wo es darauf ankommt, mit einer Strecke sehr rasch in das Feld zu rücken, wird dieselbe auch in Oberschlesien anfänglich wohl schmal vorweggetrieben, später werden ihr aber die gewöhnlichen Dimensionen gegeben. Dieses Verfahren ist aber nur dann zu rechtfertigen, wenn an dem schnellen Betriebe der Strecke viel gelegen ist.

Die wesentlichen Vortheile breiter Strecken sind namentlich folgende:

1) Der Betrieb solcher breiten Strecken ist schon selbst als eine Kohlengewinnungsarbeit anzusehen und wird der Grube nicht lästig, was immer der Fall ist, wenn mit schmalen Dimensionen aufgefahren wird; auch ist die Kohlengewinnung bei'm Streckenbetriebe nicht viel theurer, wie bei'm eigentlichen Abbau.

2) Je breiter die Dimension der Strecke ist, desto grösser ist auch der Procentfall an Stückkohlen, weil eines Theils nicht soviel durch den Schlitz verloren geht, und andern Theils nicht die Kohlen so sehr in der Enge sitzen und daher leichter brechen.

3) Je breiter die Dimension der Strecke, desto vollkommener ist der Wetterwechsel. Man hat Beispiele gehabt, dass solche Strecken 200 Lachter, z. B., auf der Königsgrube, in das Feld getrieben werden konnten, ohne dass Wettermangel eintrat. Alle diese Vortheile sind so gross, dass sie den vielleicht etwas grössern Holzverbrauch weit überwiegen.

Uebrigens ist noch besonders zu bemerken, dass alle Strecken, auch die ganzen Abbaue im Oberschlesischen Reviere, nur wenig Holz verbrauchen, indem bei Abrechnung der Strecken fast alle, und bei'm Pfeilerabbaue viele Stempel wieder gewonnen werden.

Die Strecken, von denen bisher die Rede war, sind sämmtlich horizontal, oder doch nur der bequemeren Förderung wegen mit einem geringen Ansteigen getrieben. Als Erfahrung ist hiebei anzunehmen, dass das bequemste Ansteigen für Förderstrekken ist

bei eichenen Strassbäumen		2 Grad
— platten eisernen Schienen		$\frac{3}{4}$ —
— convexen eisernen Schienen	. . .	$\frac{1}{2}$ —

denn bei dieser Neigung kostet es gleichen Kraftaufwand, mit dem gefüllten Wagen die Förderbahn herabzufördern, und den leeren Wagen wieder in die Höhe zu bringen.

Um aber aus den höher liegenden Abbaustrecken in die Mittel- oder Grundstrecke und unter den Schacht zu gelangen, sind schwebende Strecken nothwendig, und von diesen giebt es zweierlei Arten; es sind nämlich entweder Diagonalen oder Bremsberge. Ist das Fallen des Flötzes sehr schwach, so kann eine eigentliche schwebende Strecke (in der engern Bedeutung des Worts) auch die Stelle der Diagonale vertreten.

1) D i a g o n a l e S t r e c k e n. Erfahrung und Berechnung ergeben, dass diejenige Neigung, bei welcher der belastete Förderwagen bereits von selbst herabrollt, für die üblichen Schienenwege ungefähr nachstehende ist:

auf eichenen Strassbäumen		$3\frac{1}{2}$ Grad
auf platten eisernen Schienen		$1\frac{1}{2}$ —
auf convexen eisernen Schienen	. . .	$1\frac{1}{8}$ —

Diese Neigung sollte zwar eigentlich das Maximum seyn, welches einer Förderstrecke gegeben wird, indess erlauben diess die Umstände nur sehr selten, weil das Fallen

der Flötze nie unter 6 bis 10 Grad beträgt. Man giebt daher den Diagonalen, in denen meistens eichenes Wagengestänge gelegt wird, in der Regel 4 bis 6 Grad Ansteigen, welches aber auch das äusserste ist, und nur da gegeben wird, wo das Feld in seiner streichenden Ausdehnung sehr beengt ist.

Bei einem gegebenen Ansteigen wird die Abweichung der Diagonale von der Grundstrecke desto grösser, je schwächer die Neigung des Flötzes ist. Eine Diagonale wird also bei schwachfallenden Flötzen ihren Zweck bald und gut erfüllen; bei stark fallenden Flötzen aber eine sehr grosse Länge erreichen müssen.

Ein ganz anderer Fall tritt alsdann ein, wenn ein sogenannter Querbaum geführt würde, wo die Diagonale die Stelle einer streichenden Abbaustrecke in jeder Hinsicht vertritt. Ein solcher Bau ist im Oberschlesischen Reviere nicht vorhanden, sondern in Schlesien nur auf der Louise-Auguste bei Waldenburg geführt worden, wo die Klüfte des Kohls diagonal durchsetzen.

Was den Betrieb der Diagonalen selbst betrifft, so findet hierbei keine wesentliche Abweichung gegen den Betrieb streichender Abbaustrecken statt; nur muss bei denselben noch mehr Aufmerksamkeit auf eine möglichst gerade Richtung und Erhaltung einer ebenen Sohle verwendet werden.

Auf Flötzen, welche unter einem sehr schwachen Winkel einfallen, die mithin keine Bremsvorrichtung gestatten, sind die Diagonalen sehr zweckmässig, ja sie sind in diesem Falle das einzige Mittel, um mit der englischen Wagen- oder Pferdeförderung zu den streichenden Abbaustrecken zu gelangen. Auf solchen Flötzen braucht man den Diagonalen auch nur ein Ansteigen von 4, höchstens 5 Graden zu geben, und sie werden alsdann noch die Abbaustrecken ziemlich rechtwinklich durchschneiden. Aber wenn das Fallen des Flötzes schon über 8 Grade beträgt, so ist die Förderung in Diagonalen bereits sehr beschwerlich. Der Gebrauch der Diagonalen sollte sich daher nur auf Flötze, die nicht mehr als 8 Grad Fallen besitzen, beschränken. Wenn nämlich die Flötze unter mehr als 8 Graden einfallen, so ist die Förderung auf Diagonalen mit sehr vielen Nachtheilen verbunden. Die Erfahrung hat diess auf der Königsgrube gezeigt, wo bei 10 Grad Fallen mit Vortheil die Bremsschachtförderung gegen die Förderung mit Diagonalen vertauscht worden ist.

Bremsberge, oder eigentliche schwebende Strecken. Auf allen Flötzen, die ein stärkeres Fallen besitzen, ist die Vorrichtung eines Bremsberges das einfachste und zweckmässigste Mittel, um aus den obern Abbaustrecken in die Grundstrecke und umgekehrt zu gelangen.

Ein solcher Bremsschacht erhält 2 Lachter Weite und kann eine flache Höhe von 60 bis 100 Lachtern erreichen. Das Fallen desselben richtet sich nach dem des Flötzes. Er wird immer auf der Sohle des Flötzes getrieben, und es muss vorzüglich darauf gesehen werden, dass er eine gerade Richtung, ein gleichmässiges Ansteigen und eine feste Sohle erhalte. Die Höhe im Lichten richtet sich im Allgemeinen nach der Mächtigkeit des Flötzes; es ist aber stets sehr zweckmässig, wo solches möglich, eine beträchtliche Kohlenwand in der Firste hängen zu lassen.

In Oberschlesien, wo die Bremsberge bereits eingeführt sind, z. B., auf der Königsgrube und auf der Königin Louise, sind 2 Tonnen, dagegen im Waldenburger Reviere 1 bis $1\frac{1}{5}$ Tonnen haltende Förderungsgefässe im Gange. Nach den in Oberschlesien gemachten Erfahrungen lässt sich ein Bremsberg, wozu nothwendig erforderlich, dass der heruntergehende volle Wagen den leeren heraufzieht, auch noch auf den

Flötzen vorrichten, welche nur unter einem Winkel von 8 Graden geneigt sind, in welchem Falle aber convexe Schienen in Anwendung kommen müssen. Schon bei einem Fallen von 10 Graden sind flache eiserne Schienen erforderlich, und bei hölzernen Strassschienen muss das Fallen wenigstens 15 Grad betragen, besonders wenn man, wie in Oberschlesien, zum Bremsen Ketten in Anwendung bringen will. In Niederschlesien sind auf den Bremsbergen Seile in Gebrauch; diese veranlassen aber gewiss eine kostbare Unterhaltung.

Ansetzen der Strecken. Die Mittel- und Grundstrecken werden am Zweckmässigsten unmittelbar unter den Förderschächten angesetzt, und aus dem Schachte streichend nach beiden Weltgegenden aufgefahren; parallel mit ihnen laufen die Abbaustrecken. Dagegen ist es zweckmässiger, die Maschinen und Wetterschächte mehr in das Einfallende des Flötzes gegen $1\frac{1}{2}$ bis 3 Lachter weit zu setzen und nur durch ein kleines schmales Querort mit den Grundstrecken in Verbindung zu bringen. Die Festigkeit der Strecken leidet dadurch weniger, und die Strecke kann regelmässiger getrieben werden.

Ebenso ist es zweckmässiger, die Diagonalen und Bremsberge nicht unmittelbar unter den Förderschächten anzusetzen, sondern lieber einige Lachter vorwärts oder zur Seite; besonders gilt diess von den Bremsbergen, weil dieselben immer einerlei Dimensionen behalten müssen und nicht zusammengezogen werden können. Indess finden hiervon auch Ausnahmen statt, auch braucht man sich daran nicht ängstlich zu binden. Als ein Beispiel führe ich den Bremsberg auf dem Pochhammerflötze der Königin Louisengrube an, welcher unmittelbar unter dem Schachte, unter welchem zugleich die Grundstrecke durchgeht, angesetzt ist. Es ist sogar mit einer solchen Disposition eine wohlfeilere Förderung verbunden, weil das Fördergefäss, wenn solches die Sohle des Schachtes erreicht hat, alsdann ohne weitere Hülfe angeschlagen werden kann.

Die aus den Diagonalen und Bremsbergen aufzufahrenden Abbaustrecken werden in Oberschlesien, in der Regel, in drei Lachter flacher Entfernung eine unter die andere angesetzt, so dass sich also oberhalb jeder Abbaustrecke ein 3 Lachter hoher abzubauender Pfeiler befindet. Hierbei ist indess noch darauf zu rechnen, dass zur Sicherung der Grundstrecke ein, nach Umständen 2 bis 3 Lachter breiter, Streckenpfeiler stehen bleibt, der erst bei Abwerfung der Grundstrecke gewonnen wird. Betrachtet man aber die Grundstrecke bloss als die letzte Abbaustrecke, so wird dieser Pfeiler, sowie die eigentlichen Pfeiler des Abbaues, 3 Lachter hoch gemacht.

Im Allgemeinen ist es nicht nothwendig, dass die Abbaupfeiler gerade 3 Lachter hoch stehen bleiben müssen; es ist im Ganzen ziemlich gleichgültig, ob der Pfeiler 3 oder 4 Lachter hoch ist; ja wenn es die Beschaffenheit des Hangenden verstattet, so ist ein hoher Pfeiler besser, wie ein niedriger; doch findet hier auch ein Maximum statt, und 5 Lachter dürfte in jedem Falle die grösste Höhe seyn, die einem Pfeiler auf mächtigen Flötzen gegeben werden kann.

In Niederschlesien werden die Abbaustrecken gewöhnlich in 8 Lachter Entfernung voneinander gelegt, so dass mit jeder ein 8 Lachter hoher Pfeiler zum Abbau kommt. Diess ist dort schon desshalb nothwendig, weil die Abbaustrecken kostbarer, als hier, zu stehen kommen, in welchem Falle man allerdings suchen muss, so wenig, als möglich, Abbaustrecken zu bedürfen.

Orts- und Streckenbetrieb. Der Orts- und Streckenbetrieb auf streichenden Strecken, Diagonalen oder Bremsbergen bietet keine wesentlichen Verschiedenheiten dar, und es wird dabei ganz auf einerlei Weise verfahren.

Wie bereits angegeben, wird die Strecke in Oberschlesien, anfänglich schmal mit 1 Lachter Breite, 3 Lachter lang fortgetrieben. Hat man solchergestalt den stehenbleibenden Streckenpfeiler durchfahren, so giebt man demselben $2\frac{1}{2}$ Lachter Breite, und von nun an wird der Betrieb derselben als Kohlengewinnungsarbeit betrachtet und das Lachtergedinge hört auf.

Der Fortbetrieb der Strecke beginnt dann zunächst mit Unterschrämen der Kohlenwand. Dieser Schram wird mit der Keilhaue herausgehauen und ist $\frac{4}{8}$ bis $\frac{5}{8}$ Lachter tief und $\frac{7}{8}$ Lachter hoch. Der Punct, wo dieser Schram angesetzt wird, ist sehr verschieden, und es findet hierbei durchaus keine allgemeine Regel statt. Auf dem Heintzmannflötze der Königsgrube, auf der Carlsseegengrube u. s. f. wird der Schram auf dem Liegenden des Flötzes angesetzt; auf dem Gerhardflötze der Königsgrube hingegen in $1\frac{5}{8}$ Lachter Höhe, und so auch wird auf den Flötzen der Königin Louise mehr im Hangenden geschrämt. Die Ansetzung des Schrams richtet sich vorzüglich darnach, ob das Flötz durch eine Ablösung durchsetzt wird, und ob dasselbe leicht bricht. Ist letzteres der Fall, und getraut man sich nicht, das Flötz in seiner ganzen Mächtigkeit zu unterschrämen, so wird der Schram über der Sohle mehr oder weniger der Firste zu angesetzt. Letzteres findet in den meisten Fällen statt und ist daher auch als die allgemeine Regel anzunehmen.

Wenn der Schram also in der Mittelbank des Flötzes angesetzt wird und auf die angegebene Art $\frac{4}{8}$ bis $\frac{5}{8}$ Lachter hintergebracht worden ist, so wird dieses hangende Kohl auf beiden Streckenstössen geschlitzt. Dieser Schlitz ist ebenfalls $\frac{4}{8}$ bis $\frac{5}{8}$ Lachter tief und $\frac{1}{8}$ bis $\frac{2}{8}$ Lachter breit. Diess Schlitzen bleibt immer eine zeitraubende und für den Stückkohlen-Procentfall sehr nachtheilige Arbeit. Man sucht dasselbe daher möglichst zu vermeiden, welches häufig angeht, besonders wenn das Kohl gebräch und von Schlechten durchsetzt ist.

Diese so unterschrämte und geschlitzte Kohlenwand, welche, in der Regel, $\frac{3}{8}$ Lachter mächtig zu seyn pflegt, lässt sich nun leicht mit Schlägel und Eisen (langen, 12- bis 14zölligen Keilen) einbringen, worauf dieselbe sogleich weggefördert wird. Auf diese Art wird die Schramarbeit $1\frac{1}{2}$ bis 2 Lachter fortgeführt, bis eine $1\frac{1}{2}$ bis 2 Lachter breite und 1 bis $1\frac{1}{2}$ Lachter hohe Bank in der Sohle ansteht. Das Hangende der Strecke wird unterdess mit verlornen Stempeln unterstützt.

Gleichzeitig mit dem fernern Fortgange der Schramarbeit wird jetzt auch zur Gewinnung der stehen gebliebenen Kohlenbank geschritten. Dieselbe wird auf beiden Stössen der Strecke geschlitzt, und alsdann mit Schlägel und Eisen allmählig eingekeilt, welche Arbeit nichts Besonderes hat. Wo es angeht, das Kohl kurzklüftig ist und leicht bricht, sucht man auch hier die Führung des Schlitzes zu entbehren. Ist aber das Kohl sehr fest, so wird jene Arbeit nothwendig, ja oft muss alsdann das Kohl durch Schiessen eingebracht werden. Einem solchen in die Bank zu stossenden Bohrloche giebt man bis $\frac{3}{4}$ Lachter Wand oder Brust vor; es wird bis 40 Zoll tief und vom Orte abfallend unter einer geringen Neigung gegen den Horizont angesetzt. Vorzüglich ist hierbei darauf zu sehen, dass vielleicht hinter dem Bohrloche, aber nicht vor demselben, eine Kluft durchsetze; doch darf dieselbe nicht in das Bohrloch fallen, sonst ist dasselbe fehlerhaft angesetzt und thut keine Wirkung. Ein solches Bohrloch

wird gewöhnlich mit einer 3- bis 4zölligen Patrone geladen, welche hinreichend ist, die vorgegebene Brust zu werfen. Eine stärkere Patrone würde nicht zweckmässig seyn; denn auf dem Kohl wird nicht, wie bei Gestein, ein Sprengen bezweckt, sondern der Schuss soll dem Kohl Klüfte reissen, damit, wenn dasselbe hängt, es durch sein eigenes Gewicht niederstürze und, wenn es sich auf der Bank befindet, durch Schlägel und Eisen leicht gewonnen werden könne. Ein Sprengen des Kohls würde mit einem zu grossen Verluste von Stückkohlen verbunden seyn.

Gleichzeitig mit dem Angriffe der Bank rückt nun auch der Schram vor, so dass derselbe immer $1\frac{1}{2}$, 2 bis 3 Lachter voransteht. Diess ist zur zweckmässigen Vertheilung der Arbeiter nothwendig, damit sich die auf der Bank und die im Schram arbeitenden nicht wechselseitig hindern.

Wenn der Schram auf der Sohle der Strecke, folglich in der Unterbank des Flötzes geführt wird, so nimmt der Ortsstoss eine etwas andere Gestalt an. Der Schram ist oft 2 bis 3 Lachter hintergebracht, während in der Firste noch die Kohlenwand von der Mittelbank des Flötzes schwebt, die durch verlorne Stempel gehalten wird.

Ist nun tief genug ausgeschrämt, so werden die verlornen Stempel weggenommen, das hängende Kohl fällt dann meistens von selbst ein, oder ist leicht einzukeilen. Alsdann wird das unterschrämte Kohl bankweise nachgekeilt; ist dieses zu fest, so wird $\frac{3}{4}$ Lachter über dem Schram ein oft über $\frac{3}{4}$ Lachter tiefes Bohrloch gestossen, und die Kohlenwand mit einer 3—4zölligen Patrone weggeschossen. Auch bei dieser Art des Schrams muss auf beiden Stössen der Strecke geschlitzt werden; wo es aber angeht, sucht man sich dieser Arbeit zu überheben, wenigstens, wo möglich, auf einem Stosse.

Auf eben diese Art wie der Streckenbetrieb auf den mächtigen Flötzen geführt wird, so geschieht solcher auch auf den schwachen Flötzen, nur auf diesen, wie sich von selbst versteht, in einem verhältnissmässig kleinern Maassstabe, und dass bei denjenigen Strecken, welche schmal getrieben werden, wenig oder auch gar kein Holz in Anwendung zu kommen braucht.

Es ist im Allgemeinen kein wesentlicher Unterschied, ob auf der Sohle des Flötzes, oder in der Mitte desselben, oder nahe an der Firste geschrämt wird. Auf der Sohle des Flötzes schrämt man gewöhnlich alsdann, wenn das Flötz nicht über 2 Lachter mächtig ist; in der Mitte oder näher der Firste (welches sich bloss darnach richtet, wo sich die weichste Kohlenbank befindet) alsdann, wenn das Flötz eine grössere Mächtigkeit erreicht. Die Gründe hiervon sind folgende:

a) Bei sehr mächtigen Flötzen würde es zu gefährlich seyn, das Kohl in seiner ganzen Mächtigkeit zu unterschrämen. Die über dem Schram hängende Masse ist zu gross, um nicht leicht durch ihr Gewicht zum Einbrechen gebracht zu werden, vorzüglich während des Schlitzens.

b) Das in der Firste schweben bleibende Kohl, welches erst dann eingebracht werden kann, wenn der Schram bereits 2 bis 3 Lachter vorgerückt ist, würde zu gefährlich zu gewinnen seyn.

c) Endlich würde es dem Bergmanne sehr schwer fallen, eine so hohe Kohlenwand über dem Schram einzukeilen, weil er die obern Bänke oft kaum mit dem Fäustel erreichen könnte.

Uebrigens hat das Schrämen im Liegenden vor dem Schrämen in der Firste keine wesentlichen Vortheile; weder der Stückkohlen-Procentfall ist grösser, noch das

Quantum, welches der Arbeiter loshaut. Es versteht sich, dass diess nur dann gültig seyn kann, wenn jede Methode zweckmässig, erstere auf minder mächtigen, letztere auf ganz mächtigen Flötzen angawendet wird. Zwar ist es allerdings richtig, dass sowohl bei'm Einkeilen als Schiessen eine viel grössere Kohlenwand gewonnen wird, wenn dieselbe unterschrämt ist, und schwebt, als wenn auf der Bank des Kohls eingekeilt oder geschossen wird; allein im ersten Falle kommt, in der Regel, die ganze Kohlenwand auf einmal nieder, und das nachherige Zerkeilen derselben kostet ebensoviel Mühe und Stückkohlen, als wenn das Kohl auf der Bank in minder grossen wänden gewonnen wird. Dass ein Mann indess auf einem 2 Lachter mächtigen Flötze ebensoviel Kohlen zu hauen im Stande ist, als wie auf einem 3 Lachter mächtigen Flötze, ist durch Erfahrung dargethan.

Dem Auffahren der Grundstrecken folgt, in der Regel, das Aufhauen des Sohlenritzes unmittelbar nach. Dieser wird $\frac{1}{8}$—$\frac{2}{8}$ Lachter breit und ebenso tief geführt. In den ebenen Abhaustrecken wird, in der Regel, gar kein Sohlenritz gehauen; dagegen müssen von Zeit zu Zeit Ausweichungen für die Förderwagen gebrochen werden.

Besonders bleibt bei Führung des Sohlenritzes in den Grundstrecken noch zu bemerken, dass er im Liegenden zu legen, und dass derselbe, wenn er nicht allein zur Wetterführung, sondern auch zur Wasserabführung genutzt werden soll, auch zugleich ausgelettet werden muss. Die Sicherung des Sohlenritzes ist in Rücksicht einer künftig zu eröffnenden tiefen Sohle ein Gegenstand, welcher nicht genug empfohlen werden kann, besonders da, wo die obern Wasser auf dem Sohlenritze dem Stollen zuzuleiten sind. Der Pfeiler kann in den Grundstrecken auf dem Streichenden des Flötzes nicht immer stehen bleiben, weil solcher mit der Zeit verwittert und zu Bruche geht. Es ist daher nothwendig, dass der im Liegenden zu hauende Sohlenritz gehörig und sicher überdeckt wird, wozu Schwarten, welche auf Stege zu liegen kommen, am Besten angewendet werden können.

Orts- und Streckenzimmerung. Die Orts- und Streckenzimmerung ist auf den Flötzen sehr einfach und beschränkt sich nur auf Unterstützung der hangenden Firste, weil die Seitenstösse der Strecke in festem Kohl stehen und keiner Zimmerung bedürfen. Es findet auch keine Verschiedenheit statt, die Strecke mag streichend, oder diagonal, oder schwebend getrieben seyn.

Die ganze Streckenzimmerung geschieht nur mittelst Kappen und Stempel. Es wird nämlich immer in 40zölliger Entfernung quer durch die Strecke unter die Firste eine Kappe gezogen, welche in die Seitenstösse der Strecke auf jeder Seite 10 Zoll tief eingebühnt wird. Unter jede Kappe kommt, in der Mitte der Strecke, ein senkrecht stehender Stempel zu stehen, welcher ebenfalls gegen 3 bis 4 Zoll tief in die Sohle eingelassen und gehörig fest angetrieben wird, um zur Unterstützung der Kappe zu dienen. Bei Schlagung dieser Zimmerung kommt es vorzüglich darauf an, dass die Kappen genau unter die Firste gezogen werden und überall genau anliegen, und dass demnächst der Stempel gehörig eingebühnt, vollkommen senkrecht gestellt und fest an die Kappe angetrieben wird.

Damit der Stempel von der Kappe nicht abgleite, wird derselbe am Kopfende gehörig bogenförmig, nämlich nach der Rundung, welche die Stärke der Kappe bestimmt, eingeschnitten. Dass auf diese Art der Stempel weniger leicht abgleiten kann, ist einleuchtend. Manche finden diess Verfahren indess nicht zweckmässig und geben dem Stempel lieber einen flachen Kopf, weil er durch das bogenförmige Ausschneiden, bei

entstehendem Firstendruck, leichter splittern soll, als mit flachem Kopfe. Diess mag allerdings richtig seyn; allein wenn man die Stempel in den meisten Strecken betrachtet, so wird man finden, dass selten einer zersplittert, häufiger hingegen aber, dass derselbe in der Mitte oder am Fusse zerknickt ist. Man kann daher wohl annehmen, dass die Stempel in denjenigen Strecken, wo kein zu grosser Firstendruck zu befürchten ist, füglich am Kopfende eingeschnitten werden können.

Das Holz, welches in Schlesien zur Grubenzimmerung gebraucht wird, ist Nadelholz. Den Kappen giebt man, in der Regel, 4 bis 5 Zoll Durchmesser und den Stempeln 8 bis 10 Zoll. Die letztern müssen ferner so gestellt werden, dass das dicke Ende auf der Sohle, das dünnere Ende hingegen unter der Kappe ist, denn wenn ein Stempel bricht, so geschieht diess, in der Regel, unter der Mitte.

Das zur Grubenzimmerung anzuwendende Holz wird in Oberschlesien im Frühjahre angefahren, geschält und möglichst ausgetrocknet in die Grube gebracht. Die Erfahrung hat gelehrt, dass ausgetrocknetes Holz nicht allein ungleich leichter ist und sich daher leichter handhaben lässt, sondern dass es auch der Fäulniss und der Stockung weit mehr widersteht.

Auf denjenigen Flötzen, auf denen kein Kohl in der Firste stehen bleibt, sondern unmittelbar bis an das Hangende abgebauet wird, wie diess unter andern auf dem Redenflötz der Königin Louisengrube und auf dem Heintzmannflötz der Königsgrube, sowie auf mehrern andern Flötzen, der Fall ist, müssen, in der Regel, noch Schienenhölzer unter die Firste gezogen, und unter diese erst die Kappen gelegt werden, um das Ablösen des Schiefers zu verhindern.

Da, wo sich zwei Strecken durchschneiden, oder wo grosse Ausweichungen aufgehauen werden müssen, sind oft mehrere Stempel und Kappen nöthig. Es findet hier aber keine allgemeine Regel statt, nach welcher dieselben gesetzt werden, sondern man richtet sich nach den jedesmaligen örtlichen Verhältnissen. Solche Weitungen treten vorzüglich da ein, wo aus der Diagonale streichende Abbaustrecken aufgefahren werden; namentlich auf derjenigen Seite, wo die Abbaustrecke unter einem spitzen Winkel abgeht, weil der Förderwagen mit 2 bis 3 Förderkästen (zu 2 Tonnen) einen grossen Bogen durchlaufen muss, um die Wendung machen zu können. In diesem Falle lässt man zweckmässig innerhalb dieser Wendung, deren Halbmesser oft 25 Fuss beträgt, einen kleinen Kohlenpfeiler stehen.

Auf allen Puncten, wo die Strecken schmal aufgehauen werden, erhalten dieselben gar keine Zimmerung; es sey denn, dass sie, der Sprünge und Verdrückungen wegen, in schmalen Dimensionen aufgehauen werden müssen. Hier werden dieselben mit gewöhnlicher Streckenzimmerung, das heisst mit Kappen und Thürstöcken, versehen, die aber, in der Regel, nur schwach zu seyn braucht.

Kohlenabbau. Nachdem auf dem abzubauenden Felde die Mittel- oder Grundstrecke aufgefahren, der Bremsberg oder die Diagonale gelegt, und aus denselben die streichenden Strecken aufgehauen worden sind, so nennt man dieses Kohlenfeld zum Abbau vorgerichtet. Durch diesen Streckenbetrieb ist alsdann das Kohlenfeld in lauter einzelne Kohlenpfeiler abgetheilt, die auf dem Streichenden des Flötzes parallel untereinander liegen, und jeder, in der Regel, 3, auch 8 Lachter, wie bereits oben erwähnt, flache Höhe haben. Die Gewinnung dieser Pfeiler ist die wahre eigentliche Kohlengewinnungsarbeit, welche mit dem Namen des Pfeilerabbaues belegt wird.

Als allgemeine Grundsätze bei'm Pfeilerabbaue sind folgende anzusehen:

1) Wenn sich mehrere Flötze auf einer Grube befinden, die in gemeinschaftlichen Abbau genommen werden sollen, wie diess, z. B., auf der Königin Louisengrube, auf der Königsgrube und auf der Glücksgrube in Oberschlesien, sowie auf den mehrsten flötzreichen Gruben Niederschlesiens der Fall ist, so muss der Abbau zuerst auf dem obersten hangenden Flötze beginnen. Nachdem derselbe hier einige Zeit im Betriebe gewesen ist, so kann derjenige Theil des liegenden Flötzes angegriffen werden, über welchem das Hangende bereits abgebauet worden. Demnächst rückt auf diesem der Abbau in eben dem Maasse, wie auf dem hangenden Flötze, fort und verbreitet sich in der Folge ebenso auf alle andere liegende Flötze. Diess Verfahren muss stets, selbst bei sehr mächtigen Zwischenmitteln, befolgt werden; denn die Brüche, welche bei dem Abbaue so mächtiger Kohlenflötze entstehen, sind oft noch bei einer Teufe von 30 Lachtern über Tage zu bemerken.

2) Einem Bremsschachte darf, in der Regel, nicht mehr als eine Förderlänge von 120 Lachtern, oder nach jeder Weltgegend von 60 Lachtern gegeben werden, weil ausserdem die Strecken zu sehr leiden, wie weiter unten bemerkt werden wird. Auch ist darauf zu sehen, dass die Förderung zum Brems- und demnächst zum Tageförderungsschachte nicht unnöthigerweise verlängert werde, daher, um solches zu vermeiden, auf denjenigen Puncten, wo der Bremsschacht nicht nahe am Förderschachte liegt, die Abbaustrecken aus jenem nur nach einer Weltgegend vom Förderschachte abwärts getrieben werden können. Diese Regel findet auch da Anwendung, wo die Förderung nicht aus einem Schachte, sondern auf der Grundstrecke selbst, mit welcher die Bremsschächte in Verbindung stehen, stattfindet; jene Streckenförderung mag eine englische Wagenförderung — mit, oder ohne Pferde, — oder eine navigable Förderung seyn.

3) Auf dem Flötze selbst müssen die obersten, zunächst am Ausgehenden des Flötzes, oder die am äussersten Ende des Bremsberges oder der Diagonale befindlichen Pfeiler, zuerst abgebauet werden, weil bis dahin, wo der Abbau stattgefunden hat, nicht allein die Abbaustrecke, sondern häufig auch die Förderstrecke (die Diagonale oder der Bremsberg), als nunmehr entbehrlich, abgeworfen werden können und mit zu Bruche gehen, um nicht unnöthige Unterhaltungskosten zu veranlassen.

4) Die obersten Abbaustrecken müssen vorzugsweise den übrigen vorweg in's Feld getrieben werden; dagegen können die unteren Abbaustrecken, in vielen Fällen auch die Mittel- oder Grundstrecken, zurückbleiben. Erst nachdem die obern Pfeiler abgebauet worden, rücken alsdann die untern Abbaustrecken, nach Maassgabe des Abbaues, weiter in das Feld. Diess ist desswegen zweckmässig

a) damit das abzubauende Feld, durch den stattfindenden Streckenaufschluss, nicht zu sehr und ganz unnöthigerweise der Gefahr des Abtrocknens, auch wohl dem Drucke ausgesetzt und so dem Procentfalle nachtheilig werde;

und

b) um nicht in den vielen und oft sehr langen Strecken überflüssig viel Holz zu verschwenden, welches durch langes Stehen in der Grube nur verderben würde, oder wohl gar ausgewechselt werden müsste.

5) Der abzubauende Pfeiler muss von Hinten, d. h. in der grössten Entfernung von der Förderstrecke, angegriffen und von Hinten nach Vorn zu abgebauet werden,

damit zugleich mit dem fortrückenden Pfeilerbaue die Abbaustrecke abgeworfen werden und zu Bruche gehen könne.

6) Wenn zwei oder mehrere untereinander befindliche Pfeiler in gemeinschaftlichen Abbau genommen werden sollen, so findet dabei ein ähnlicher Fall statt, wie bei hangenden und liegenden Flötzen. Es wird nämlich zuerst der oberste Pfeiler von Hinten ncah Vorn zu in Abbau genommen. Nachdem auf diesem Pfeiler der Abbau bereits mehrere Lachter (nach Umständen 10, 20 bis 30 Lachter) fortgerückt ist, so kann nunmehr der Abbau auf dem darunter liegenden Pfeiler beginnen und sich alsdann ferner auf alle darunter befindlichen Pfeiler auf ähnliche Art verbreiten. Der Abbau rückt demnächst auf sämmtlichen Pfeilern in eben dem Maasse fort, wie solcher auf dem obersten Pfeiler weiter fortschreitet. Dieses Verfahren ist desswegen zu beobachten, damit durch den Abbau keine zu grossen Weitungen entstehen und nicht gefährliche Brüche veranlasst werden.

7) Endlich ist bei dem Abbaue genau darauf zu sehen, dass reine Förderung erfolgt, namentlich, dass alle kleine Kohlen weggefördert und überhaupt reine Abbaue geführt werden. Auch muss aller Wetterwechsel in dem alten Mann vermieden werden. Die Erfahrung hat nämlich gezeigt, dass diess die Hauptmittel, ja, so zu sagen, die einzigen Mittel sind, um die in dem alten Mann so leicht entstehende und dem Grubenbau oft sehr gefährlich werdende Selbstentzündung der Kohlen zu vermeiden, oder wenigstens derselben vorzubeugen.

8) Die durch den Anbau entstehenden, oft sehr weiten Tagebrüche endlich müssen bald geebnet werden, damit nicht durch dieselben Tage- und Fluthwasser in die Grube dringen. Den Tagewassern den Zugang in die Grube durch den alten Mann zu verwehren, ist selbst durch Anlage von Fluthgraben nicht vollkommen möglich. Doch ist das Ebnen der Tagebrüche und die Führung von Fluthgräben immer das beste und einfachste Mittel. Ist es möglich, die durch den alten Mann dringenden, meistens sehr sauren und vitriolischen Grubenwasser abzufangen, so ist dies ein sehr grosser Vortheil für die Grube, vorzüglich wenn die Wasserhaltung durch Maschinen bewerkstelligt wird, denen diese sauern Wasser sehr nachtheilig werden. Daher gewähren obere Stollen, auf welchen die obern Wasser abgeführt werden können, wenn auf den Grundstücken für einen guten Sohlenritz gesorgt worden ist, unendlich grosse Vortheile.

Pfeilerabbau. Der Pfeilerabbau wird in Oberschlesien auf folgende Art angefangen und fortgesetzt.

Nachdem die Abbaustrecke soweit in das Feld getrieben, wie solches geschehen sollte, so wird der Pfeilerabbau damit eröffnet, dass aus dieser Strecke mit einem Stosse schwebend in die Höhe gegangen wird. Ein solcher Stoss ist $2\frac{1}{2}$ bis 3 Lachter breit, und es liegen, in der Regel, 2 bis 3 Mann vor demselben. Meistens wird die Abbaustrecke bis zu einem vorliegenden Sprunge oder bis zum vorliegenden alten Baue u. s. f. getrieben, insofern ihre Feldeslänge nicht durch die Eintheilung der Förderstrecke (Diagonalen, oder Bremsschächte), folglich durch den Hauptförderungspunct vorgeschrieben ist. In jenem ersten Falle darf nur auf einer Seite des Stosses geschlitzt werden; bei dem zweiten und den nächstfolgenden Stössen findet diess schon von selbst statt. Steht aber der Pfeiler ganz im Festen, so muss der erste Stoss, welcher den Pfeilerabbau eröffnet, auf beiden Seiten geschlitzt werden. Die Schräm- und Schlitzarbeit geschehen bei'm Angriffe der Pfeiler ganz in derselben Art, wie oben bei'm Streckenbetriebe erwähnt worden ist.

Die schwebenden, $2\frac{1}{2}$ bis 3 Lachter breiten, Stösse werden ebenfalls durch tiefe Schrämarbeit aus der untern Abbaustrecke bis zu der darüber liegenden bereits verbrochenen getrieben. Meistens steht der Ortsstoss vor dem Pfeilerabbaue parallel mit dem Streichen des Flötzes. Diess ist jedoch nicht immer der Fall, sondern der Ortsstoss richtet sich nach dem Verhalten der Schlechten, welche das Kohl durchsetzen, indem der Stoss ihnen möglichst entgegengeführt werden muss, wodurch derselbe häufig eine schiefe Richtung annimmt, oder diagonal zu stehen kommt. Dasselbe ist auch bei dem Streckenbetriebe zu beobachten, denn es giebt ungleich mehr und grössere Stückkohlen, wenn man gegen die Kluftflächen arbeitet, mithin dieselben unterschrämt, als wenn dieselben den Schram spitzwinklich durchsetzen.

Auch bei dem Pfeilerabbaue wird, wie schon erwähnt, der Schram entweder auf der Sohle des Flötzes, unmittelbar auf dem Liegenden, oder im Flötze 1 bis $1\frac{1}{2}$ Lachter über der Sohle geführt. Das Schrämen in der Sohle geschieht, in der Regel, bei minder mächtigen Flötzen; bei Flötzen, die über 2 Lachter mächtig sind, wird im Kohl geschrämt; die Gründe dieses Verfahrens sind bereits bei dem Orts- und Streckenbetriebe entwickelt worden. Theils nach der Mächtigkeit des Flötzes, theils nach der Beschaffenheit des Hangenden richtet es sich, ob Kohl in der Firste angebauet wird, oder nicht. Auf dem Gerhardflötze der Königsgrube, z. B., wird eine Bank von $\frac{6}{8}$ Lachtern angebauet; auf der Leopoldinengrube bei Brzenskowitz $\frac{4}{8}$ Lachter und sonach auf mehreren Flötzen. Dagegen wird das Heintzmannflötz auf der Königsgrube, sowie alle nicht besonders mächtigen Flötze, in ihrer ganzen Mächtigkeit weggenommen. Das ni der Firste angebaute Kohl wird aber demnächst bei'm Rauben wieder gewonnen.

Es mag übrigens auf der Sohle oder im Flötze geschrämt werden, so ist das Verfahren dabei Folgendes: Der Schram wird mit der gewöhnlichen Keilhaue eröffnet und $\frac{2}{8}$ bis $\frac{4}{8}$ Lachter tief hintergebracht. Alsdann wird das Kohl gegen 20 Zoll hoch über dem Schram eingekeilt. so dass derselbe bis $\frac{3}{8}$ Lachter hoch frei steht, damit der Arbeiter sich hineinlegen könne. Alsdann wird der Schram mit Keilhaue, in denen ein längerer Halm befestigt ist, und die auch leichter, als eine gewöhnliche Keilhaue, sind, noch $\frac{2}{8}$, $\frac{3}{8}$ bis $\frac{4}{8}$ Lachter tief hintergebracht. Diese Tiefe richtet sich meistens nach durchsetzenden Klüften.

Wenn der Schram im Flötze geführt wird, so entsteht bei dem Pfeilerabbaue ebenso, wie bei dem Streckenbetriebe, eine Bank, die dem Schram $1\frac{1}{2}$ bis 2 Lachter zurück bleibt; auch wird alsdann das hangende Firstenkohl auf dieselbe Art durch verlorne Stempel unterstützt. Wird auf der Sohle geschrämt, so entsteht keine Bank, aber das hangende Firstenkohl muss ebenfalls mit verlornen Stempeln unterstützt werden. Nachdem der Schram hintergebracht worden, wird auf der Seite des Stosses, die dem festen Pfeiler zusteht, geschlitzt, und das unterschrämte Kohl und die Bank eingekeilt, oder, wenn es die Festigkeit erfordert, durch Schiessen gewonnen.

Da der Stoss, in der Regel, bis 3 Lachter breit ist und auf der einen Seite an abgebautes Feld stösst, so würde es zu gefährlich seyn, denselben der ganzen Breite nach zu unterschrämen. Man lässt daher in dem Schram ein oder 2 kleine Kohlenpfeiler von 6 Zoll Breite stehen, oder setzt ganz kleine Stempel (sogenannte Bolzen) in den Schram, die erst bei dem Einkeilen weggenommen werden. Diess geschieht auch bisweilen bei dem Streckenbetriebe, wenn das Kohl sehr gebräch ist.

Nach erfolgtem Einkeilen wird der Schram von Neuem fortgeführt, und diess Verfahren so lange fortgesetzt, bis der Stoss bis zu der obern bereits zu Bruche ge-

gangenen Abbaustrecke weggenommen ist. Demnächst lässt man diesen Stoss sammt der darunter befindlichen Strecke zu Bruche gehen, und nach dem sich der Bruch beruhigt, wird ein neuer Stoss neben dem vorigen angesetzt, und auf dieselbe Art abgebauet, und damit so lange fortgefahren, bis der ganze Pfeiler bis auf den Streckenpfeiler zur Sicherung der Förderstrecke weggenommen ist.

Zimmerung bei'm Pfeilerabbau. Die Zimmerung bei'm Pfeilerabbau wird hier folgendergestalt geführt. Sobald der schwebende Stoss aus der Abbaustrecke in die Höhe getrieben wird, müssen die in den Abbaustrecken eingebrachten Kappen, die dadurch ihr Bühnenlager verlieren, durch untergesetzte Stempel zuerst unterstützt werden. Wenn nun der schwebende Stoss weiter fortrückt, so wird die hangende Firste durch untergesetzte Stempel unterstützt. Diese Stempel aber werden nach keiner bestimmten Ordnung gestellt, sondern sie stehen auf dem einen Puncte dichter, auf dem andern dünner, jenachdem es die Festigkeit des Hangenden erfordert. Nur auf derjenigen Seite des schwebenden Stosses, auf welcher der feste Kohlenpfeiler befindlich ist, wird in eben dem Maasse, wie der Stoss fortrückt, eine Reihe Stempel in regelmässig gerader Richtung mehr oder weniger dicht nebeneinander gesetzt. Diese Reihe Stempel heist eine Orgel, oder richtiger eine Versatzung, und dient dazu, damit bei'm Abbau des nächsten Stosses, aus dem verbrochenen alten Stosse, keine Berge auf den Abbau fallen. Diese Versatzung besteht bei'm Abbau, wie oben erwähnt, bloss aus einer Reihe Stempel. Eine ebensolche Versatzung erhält auch die Abbaustrecke, nur mit dem Unterschiede, dass hier noch ein Stempel quer an die stehenden Stempel, ohngefähr im Mittel der letztern, eingespreitzt und eingezogen wird, damit die Versatzung dem Seitendrucke widerstehen könne.

Die Stempel in der Orgel müssen dicht an dem Kohlenpfeiler anschliessen, damit sie bei'm Einbrechen des Stosses nicht zusammengedrückt werden. Erst bei Eröffnung des nächsten Stosses kann hinter der Orgel ein Stempel quer gezogen werden, wenn viel Seitendruck stattfindet.

Auf mehrern Flötzen muss über der Orgel, da wo Firstenkohl angebauet wird, dieses Kohl vor dem Aufrichten der Stempel durchschlitzt und die Orgel unmittelbar unter das Hangende des Flötzes gestellt werden. Diess richtet sich nach der Beschaffenheit des Hangenden und des Firstenkohls. Ist das Hangende sehr gebräch, so ist dieses Schlitzen unnöthig; ist diess nicht der Fall, und lassen sich bei'm Rauben die Stempel aus der Orgel nicht gut wegnehmen, so muss geschlitzt werden, weil sonst durch die stehen bleibende Orgel zuviel Kohl in der Firste erhalten werden würde. Diess ist unter andern auf der Leopoldinengrube in Brzenskowitz der Fall.

Alle diese Stempel werden nicht — wie bei der Orts- und Streckenzimmerung — in der Sohle eingelassen, damit sie desto leichter bei'm Rauben gewonnen werden können; sie werden nur fest angetrieben und müssen genau und senkrecht gestellt werden. Uebrigens ist auf mächtigen Flötzen das Setzen solcher Stempel bei Weitem die schwerste Arbeit und erfordert starke Leute, weil die zu handhabende Last sehr gross ist.

Bei dem Pfeilerabbaue giebt man den Stempeln keine Kappe, sondern bloss sogenannte Anpfähle, welche dieselbe Stärke, wie die Kappen (nämlich 6 Zoll Durchmesser), aber nur 10 bis 20 Zoll Länge besitzen. Diese Anpfähle dienen eines Theils, um den Stempel fest anzutreiben, andern Theils, um die das Kohl durchsetzenden Schlechten abzufangen.

Wenn die Firste oberhalb dem Abbau sehr gebräch ist, so wird es zuweilen nothwendig, dieselbe mit Schienhölzern zu verziehen. Diese werden leicht durch Hülfe der Anpfähle befestigt; auch legt man in diesem Falle wohl über 2 oder 3 Stempel eine Kappe. Auf den meisten hiesigen Flötzen ist diess indess selten der Fall; nur muss man um so vorsichtiger seyn, je grösser die Mächtigkeit des Flötzes ist.

Das Rauben. Wenn auf die soeben beschriebene Weise der schwebende Stoss gänzlich bis zu der obern, bereits zu Bruche gegangenen Abbaustrecke weggenommen ist, so ist nunmehr, mit Einschluss der unter dem Abbaue befindlichen Strecke, eine Weitung von 14 bis $16\frac{1}{2}$ Quadratlachtern entstanden, welche durch die untergesetzten Stempel offen erhalten wird. Das Wegnehmen dieser Stempel und die Gewinnung des angebauten Firstenkohls heisst das Rauben; eine bei mächtigen Flötzen und druckhaftem Gebirge oft sehr schwierige und gefährliche Arbeit.

Das Rauben wird damit eröffnet, dass die in der Abbaustrecke befindliche alte Versatzung weggenommen, dagegen dieselbe um die Breite des abgebaueten Stosses vorgerückt, also an der neuen, neben dem festen Pfeiler aufgestellten Versatzung dergestalt angeschlossen wird, dass die alte Versatzung die Verlängerung der am festen Kohlenpfeiler anstehenden neuen ausmacht, dass folglich die alte Versatzung in der Abbaustrecke, und zwar in der Linie der neuen Versatzung, aufgestellt wird. Alsdann fängt man an, einen Stempel nach dem andern von Hinten nach Vorne zu wegzunehmen, und zwar zunächst diejenigen, welche in der nunmehr entbehrlich werdenden alten Orgel oder Versatzung noch stehen geblieben sind. Das Wegnehmen der Stempel geschieht mit Hülfe eines an einer hölzernen Stange befestigten eisernen Spiesses. Mit diesem hält ein Arbeiter den Stempel am obern Ende, während ein anderer denselben auf der Sohle wegschlitzt. Der Spiess dient dazu, dass der Stempel diesen Arbeiter nicht treffe.

Das Rauben der Stempel geschieht von Hinten nach Vorne zu; mithin wird auch hinten die Firste zuerst brechen. Man lässt, in der Regel, nicht mehr, als 2 bis 3 Quadratlachter, auf einmal zu Bruche gehen; theils, um mehr Stempel zu gewinnen, theils, um in dem Falle, wenn Kohl in der Firste angebauet worden, dasselbe immer wegzunehmen. Ist der Bruch erfolgt und das Firstenkohl gewonnen, so wird mit Wegnehmen der Stempel fortgefahren, bis auf diese Art der ganze Stoss und die unter demselben befindliche Abbaustrecke zu Bruche gegangen sind. Ist diess geschehen, und hat sich der Bruch beruhigt, so wird nunmehr ein neuer Stoss angefangen und auf dieselbe Art, wie der vorige, abgebauet.

Es ist ganz unmöglich, dass bei dem Rauben alle eingebauten Stempel gewonnen werden können. Die Arbeit ist sehr gefährlich, und erfordert eine ganz ungemeine Vorsicht. Wenn indess das Hangende nur einigermaassen gut ist, so lässt sich die Hälfte, oft $\frac{2}{3}$ der eingebaueten Stempel, wieder gewinnen. Die Arbeiter erhalten für jeden gewonnenen Stempel 1 bis $1\frac{1}{2}$ Gr., um ihr Interesse dadurch mehr rege zu machen.

Wenn bei dem Pfeilerabbaue und Streckenbetriebe Firstenkohl angebauet worden, so wird dasselbe, wie bereits angegeben, bei'm Rauben gewonnen. Es ist natürlich, dass das Firstenkohl bei'm zu Bruche gehen viel leidet, auch dass wohl hier und da eine Stückkohle im Bruche bleibt. Diess ist nicht zu vermeiden; man überzeugt sich indess durch den Augenschein leicht, dass dieser Verlust nicht so bedeutend ist.

Geschickte und geübte Kohlenhäuer werden, in der Regel, fast alles Firstenkohl bei'm Rauben gewinnen.

Diese Abbaumethode kann aber, wie wir bereits anfangs bemerkten, nur auf Flötzen angewendet werden, deren Fallen 20 Grad nicht übersteigt. Die Fig. 6, Tafel 21 stellt die Lage des Zimmerholzes in dem Augenblicke dar, in welchem man die Stempel aus einem Abbaue in den andern überträgt.

Anwendung derselben Abbaumethode auf die Steinkohlenflötze in Niederschlesien. — Die soeben beschriebene Abbaumethode wird auch in Niederschlesien angewendet, und es wird nicht unzweckmässig seyn, hier einige Details über die Hauptgrube jenes Reviers, die Fuchsgrube bei Waldenburg, hinzuzufügen. Man zählt dort 19 Steinkohlenflötze, von denen 14 bauwürdig sind. Sie streichen von Osten nach Westen nach *hora* $8\frac{1}{2}$, und fallen unter einem Winkel von 18—20 Grad von Norden nach Süden ab. Ihre Mächtigkeit ist in ihrer ganzen Ausdehnung fast gleichförmig. Die Flötze haben von der Sohle nach dem Dache folgende Stärke:

1) Vierzig Zoll; fast reine Kohle, aber nur wenig Stückkohle gebend.

2) Neunzig Zoll; durch eine 30—40 Zoll mächtige Schieferthonschicht, die man mit der obern Bank gewinnt, getheilt. Dieses Flötz giebt 40 Procent Stückkohle.

3) Achtzehn Zoll; wegen zu vielen, den Kohlen eingemengten Schieferthons nicht bauwürdig.

4) Achtzig bis hundert Zoll; enthält zuweilen eine 20—30 Zoll mächtige taube Schicht und giebt 40 Procent Stückkohlen.

5) Vierzig Zoll mit einem zehnzölligen tauben Mittel; 30 Procent Stückkohlen.

6) Nicht bauwürdig.

7) 120 Zoll mächtig; die Kohlen mit wenigem Schieferthon und Stein vermengt, aber viel Schwefelkies enthaltend. Giebt 34 bis 40 Procent Stückkohlen.

8) 120 Zoll; ist von dem vorhergehenden Flötz nur durch eine zwei bis drei Zoll mächtige Schieferthonschicht getrennt, so dass man die Flötze 7 und 8 nur als ein einziges, 3 Lachter mächtiges ansehen kann. Jedoch werden sie jedes für sich abgebauet. Das Flötz 8 ist das bessere und giebt 60 Procent Stückkohlen.

9) Nicht bauwürdig.

10) In 85 Lachter söhliger Entfernung im Dache des Flötzes 8. 90 Zoll mächtig. Giebt 60 Procent Stückkohlen.

11) 110 Zoll mächtig. Von dem vorhergehenden Flötze nur durch eine 5—10 Zoll mächtige taube Schicht getrennt. Enthält viel Schwefelkies. Giebt 50 bis 55 Procent Stückkohlen.

12) 40—45 Zoll mächtig; in 3 bis 4 Lachter söhliger Entfernung im Dache des Flötzes 11.

13) 15) 16) 18) 19) Ihre Mächtigkeit wechselt von 50—80 Zoll; sie geben 40 bis 60 Procent Stückkohlen.

Das Flötz 14 ist nicht bauwürdig.

Diese reiche und ausgedehnte Grube wird mittelst eines schiffbaren Stollens, von 2,56 Meter Höhe und 1,70 Meter Breite, abgebauet. Dieser auf der Strasse von Waldenburg nach Freiburg angesetzte Stollen erreicht das Liegende des ersten Flötzes in einer Entfernung von 416 Metern von seinem Mundloche. Von da ab überfährt er die Flötze fast querschlägig, um ihr Dachgestein zu erreichen. Er ist auf diese Weise bis zum 19. Flötze getrieben worden. Zu gleicher Zeit trieb man auf dem 8. Flötz ein

Flügelort, um die Flötze 7 und 8 zugleich auf mehrern Puncten angreifen zu können, und man richtete die liegenden Flötze 5, 4 und 2 durch mehrere Querschläge aus, die von verschiedenen Puncten des Flügelortes von den navigablen Stollen getrieben worden waren.

Der navigable Stollen liess in den Flötzen 7 und 8, zwischen denselben und den alten Bauen einen unberührten Pfeiler von 20 bis 65 Lachter flacher Höhe. Die nach den liegenden Flötzen 5, 4 und 2 getriebenen Querschläge liessen einen unangerührten Steinkohlenpfeiler über sich, der jedoch eine geringere Mächtigkeit hatte, indem die alten Baue auf den liegenden Flötzen tiefer, als auf den übrigen, getrieben worden waren.

Jedes Abbaufeld, welches entweder nach einem Tageschachte, oder nach einem Querschlage, der mit dem schiffbaren Stollen durchschlägig ist, ausläuft, dehnt sich wenigstens auf 100 Lachter zu beiden Seiten des Schachtes aus, d. h., die Abbaustrecken, welche nach den Streichen getrieben worden sind, sind zu beiden Seiten des Querschlages oder des Förderschachtes 100 Lachter lang. Sobald ein Flötz ausgerichtet worden ist, treibt man, wenn die unabgebauten Kohlen, welche über dem ausgerichteten Puncte liegen, eine hinreichende Pfeilerhöhe haben, eine schwebende Strecke, auf welcher ein Bremsschacht vorgerichtet werden kann. Von diesem aus treibt man streichende Abbaustrecken, und zwar, indem man oben anfängt und mit den untern nachfolgt, sowie es der Abbau der obern Pfeiler erfordert. Gewöhnlich treibt man zwei parallele Abbaustrecken auf einmal, zu beiden Seiten des Bremsberges, um einer durch die andere Wetter zuführen zu können, zu welchem Ende man in gewissen Entfernungen Verbindungsörter durch die sie trennenden Pfeiler treibt. Man giebt ihnen geringe Dimensionen, hauptsächlich auf mächtigen Flötzen, welches wegen der brüchigen Beschaffenheit des Daches erforderlich ist; denn es würde in diesem Falle eine breite Strecke den Arbeitern, während des Abbaues der Pfeiler, keinen sichern Zufluchtsort gewähren. Auf minder mächtigen Flötzen dagegen macht man diese Strecken ebenso breit, als in Oberschlesien.

Man wird einsehen, dass das Dach der Flötze 7, 10 und 11 sehr brüchig seyn muss, da das erstere von dem Flötze 8 nur durch eine 2 bis 3 Zoll mächtige Schicht geschieden ist, da sich die Flötze 10 und 11 fast berühren, und da diese letztere auch nur in geringer Entfernung unter dem Flötze 12 liegt. Auch ist es nothwendig, sowohl bei dem Streckenbetriebe, als auch bei dem Pfeilerabbaue, die grösste Sorgfalt auf die Zimmerung zu verwenden. Die Stempel mit einer einfachen Kappe sind nicht mehr hinreichend; man muss Thürstockzimmerung und selbst Deckholz anwenden. Man muss diese Vorsicht selbst auf solchen Flötzen gebrauchen, welche Kohlensandstein zum Hangenden haben, indem derselbe sehr klüftig ist.

Der Abbau der Pfeiler findet auf allen Flötzen der Fuchsgrube schwebend statt, vorausgesetzt, dass die natürlichen Klüfte der Steinkohlen parallel mit dem Streichen des Flötzes sind. Das angewendete Verfahren ist das weiter oben bei den Oberschlesischen Steinkohlengruben beschriebene; nur verwendet man eine grössere Sorgfalt auf die Zimmerung. Die Pfeilerhöhe zwischen den Abbaustrecken richtet sich nach der Beschaffenheit des Daches. Besteht diess aus Sandstein, Conglomerat oder festem Schieferthon, so macht man sie 9—11 Lachter hoch. Bei'm Wegnehmen der Pfeiler hängt die Breite der schwebenden Strecken von der Pfeilerhöhe ab; je höher diese sind, je minder breit macht man die Oerter. Es ist bemerkenswerth, dass die Klüfte der Steinkohlen, welche auf der Fuchsgrube mit dem Streichen parallel sind, in den be-

nachbarten Gruben von Hermsdorf senkrecht auf denselben stehen, so dass hier der Pfeilerabbau streichend geführt werden muss. Jedoch ist dieses Verfahren minder vortheilhaft, als das erstere, indem man stets einen freien Raum zwischen den hinten befindlichen Brüchen und dem Ortsstosse erhalten muss, so dass man das Zimmerholz nicht retten kann, welches daher fast stets in dem alten Mann zurückbleibt. Bauet man dagegen die Pfeiler schwebend ab, so veranlasst man Brüche, indem man unmittelbar nach dem Abbaue des Pfeilers alles Zimmerholz wegnimmt. Wenn der Bruch stattgefunden hat, so hat der benachbarte Pfeiler weiter keine Last von den benachbarten alten Bauen zu tragen; sondern nur die unmittelbar über ihm befindliche. Ein sehr schneller Abbau und ein unmittelbares Zubruchegehen des Daches nach demselben sind die wesentlichsten Bedingungen, wenn das Dach brüchig ist.

Man kann auf diese Weise das nächst liegende Flötz fast unmittelbar nach dem zu Bruche gegangenen hangenden abbauen, vorausgesetzt, dass sich der Bruch mit der Zeit gesetzt habe, welches ihm eine gewisse Festigkeit giebt. So hat man das Flötz 8 nach dem Flötz 7 abgebauet.

In den Oberschlesischen Gruben giebt ein Cubikmeter anstehendes Kohl im Durchschnitt anderthalb Meter gewonnenes, sowohl Stück- als Staubkohlen, so dass die Vermehrung fast die Hälfte des Volums beträgt. Jedes Quadratlachter von dem Gerhardflötze der Königsgrube, welches 220 Zoll mächtig ist, giebt im Durchschnitt 310 Scheffel Steinkohlen verschiedener Art. Da das Lachter 80 Zoll hat, und der Scheffel 6460 Cubikzoll enthält, so sieht man, dass 1,408,090 Cubikzoll anstehendes Kohl, 2,002,600 Cubikzoll Kohlen aller Art geben, welches Verhältniss von dem oben angegebenen wenig abweicht.

Holzverbrauch in den Schlesischen Steinkohlengruben. Die im Jahre 1818 in allen Oberschlesischen Steinkohlengruben verbrauchte Holzmenge belief sich auf 1,78 Cubikfuss für 100 Cubikfuss Steinkohlen.

In dem Niederschlesischen Bergamtsreviere verhielt sich der Holzverbrauch zu der gewonnenen Steinkohle wie 5,4 zu 100.

In den Glatzer Revieren war dieses Verhältniss 3,2 zu 100.

Tägliche Arbeit der Häuer. Pulververbrauch. — Auf dem Gerhard's-Flötze in der Königsgrube liefert jeder Häuer bei'm Streckenbetriebe 24,20, bei'm Pfeilerabbau aber nur 22,7 Hectoliter, indem zu der Auszimmerung eine bedeutende Zeit erforderlich ist. Der Pulververbrauch auf 216 Hectoliter bei'm Streckenbetriebe gewonnener Steinkohlen beträgt 3 bis 4 Hectogrammen, und 2 bis 2,50 Hectogrammen für dieselbe bei'm Pfeilerabbaue gewonnene Kohlenmenge.

Der Steinkohlenbergbau zu Blanzy. — Herr Ingenieur **Harmet** hat die in Schlesien angewendete Abbaumethode mit sehr gutem Erfolge auch in dem Steinkohlenbergwerke zu Blanzy, im Departement der Saône und Loire, versucht. Das in Abbau stehende Flötz hat eine Gesammtmächtigkeit von 10—12 Meter; sein Fallen beträgt 10—40 Grad. Es ist durch zwei Schieferthonschichten von etwa 0,30 Meter Mächtigkeit in drei Bänke getheilt, Fig. 4 (*a*), Taf. 21. Die Oberbank oder der hangende Theil des Flötzes ist 4—4,50 Meter mächtig; worauf die obere Schieferthonschicht folgt. Unter derselben liegt ein Steinkohlenflötz von 1 Meter Mächtigkeit, darunter die zweite taube Schicht, und dann folgt die 6 bis 7 Meter mächtige liegende Bank. Das Dachgestein ist sehr fest.

Man gewinnt zuerst die obere Bank; die ersten Strecken werden in der tauben Schicht getrieben, Fig. 4 (*b*), Taf. 21. Sie sind rechtwinklich untereinander, die eine streichend und die andere fallend. Sie sind fast 4 Meter breit und 2,50 Meter hoch, so dass noch etwa 2 Meter Steinkohlen zwischen der Firste und dem Dache des Flötzes stehen bleiben. Sie umschliessen rechteckige Pfeiler, die dem Streichen des Flötzes nach 12 Meter breit und dem Fallen nach 25 Meter lang sind.

Bei'm Pfeilerabbaue greift man zuerst denjenigen Pfeiler an, der in der, dem obern Bruche zunächst liegenden Reihe befindlich ist und in jeder Reihe diejenigen, die dem Abbauen am Nächsten liegen. Jeder Pfeiler wird am Hangenden durch Stösse angegriffen, die fast ebenso breit, als die Ortsstösse sind. Man gewinnt zuvörderst die Kohle auf einer gleichen Höhe mit den Strecken und unterstützt die 2 Meter im Dache angebaueter Kohle durch Stempel, welche man darauf, wenn man einige Meter vorgeschritten ist, gänzlich oder theilweise wieder wegnimmt, und die im Hangenden stehen gebliebene Kohle durch Sprengen gewinnt. Das Dach hält sich oft mehrere Tage lang ohne Unterstützung, selbst wenn es bis auf eine Oberfläche von 16 Quadratmetern frei gemacht worden ist, jedoch erwartet man seinen Einbruch, ehe man mit dem Abbaue vorwärts geht. Nach Herrn Burat beschäftigt ein Pfeiler von 2 Meter söhliger Breite und 25 Meter Länge nach der Falllinie des Flötzes, 4 Häuer 50 bis 60 Tage lang, und dieselben gewinnen täglich 200 Hectoliter Steinkohlen.

Nachdem ein Pfeiler abgebauet worden ist, verschliesst man die Streckenöffnungen mit guten Mauern, welche mit einem Ueberzuge von Lehm versehen werden, so dass sie von den Brüchen nicht ausgefüllt werden können, und geht alsdann zum Abbau des benachbarten Pfeilers in derselben Reihe über.

Zwei Jahre, nachdem die Oberbank abgebauet worden ist, kann man die untern Bänke durch Baue angreifen, die unter dem zu Bruche gegangenen obern Stockwerke getrieben werden. In diesem untern Stockwerke richtet man zuvörderst die Kohlen in lange Pfeiler, nach dem Fallen des Flötzes, durch schwebende Strecken vor, die 10 Meter voneinander entfernt liegen, und die von einer streichenden Grundstrecke ausgehen. Um der Festigkeit des Kohls nicht zu schaden, treibt man die schwebenden Strecken nur in dem Maasse, als der Pfeilerabbau vorschreitet. Die langen Pfeiler werden an ihrem obern Theile durch Stösse angegriffen, die zuvörderst an der Sohle des Flötzes geführt werden, und denen man eine Höhe von etwa 2 Metern giebt. Die hangenden Kohlen, die vorläufig durch Stempel gestützt worden sind, gewinnt man darauf durch einen oder zwei Förstenstösse. Fig. 4 (*c*), Taf. 21 giebt einen Begriff von dieser Abbaumethode; auf dieser Figur sieht man beide Stockwerke zu gleicher Zeit in Angriff genommen. Vor der Einführung der Schlesischen Abbaumethode in den Bergwerken von Blanzy scheinen sehr viel Arbeiter durch Brüche beschädigt worden zu seyn, welche Zahl nach Einführung der verbesserten Methode sich sehr vermindert hat *).

Steinkohlenbergbau in England. — In dem Originale des vorliegenden Werkes ist zu wenig über den englischen Steinkohlenbergbau und seine characteristischen Eigenthümlichkeiten gesagt worden, dass sich der Bearbeiter veranlasst sieht, auch in dieser Beziehung ergänzend einzugreifen. Er kann nichts Besseres thun, als aus der

*) Eine genaue Beschreibung dieser Abbaumethode, von Herrn Harmet selbst, findet sich in den *Annales des mines. 4. Serie, Tom. VI., p. 271 etc.* H.

vortrefflichen Abhandlung des Herrn Berghauptmanns von Dechen zu Bonn und des Herrn Geheimen-Oberbergraths von Oeynhausen in Berlin, über den englischen Steinkohlenbergbau, den diese ausgezeichneten Bergleute wiederholt untersucht haben, dasjenige hier mitzutheilen, was sich auf den Abbau bezieht. Es muss dabei bemerkt werden, dass manche Bemerkungen hier folgen, die eigentlich schon früher, wo wir von den Strebbauen redeten, hätten mitgetheilt werden müssen, indem wir es für zweckmässig halten, die Herren selbst reden zu lassen *).

Vorrichtung und Abbau lassen sich um so weniger voneinander trennen, als auf vielen englischen Kohlengruben beide zusammenfallen und die Vorrichtung entweder als Abbau oder umgekehrt der Abbau als Vorrichtung betrachtet werden kann. Die Nothwendigkeit, bei der Gewinnung der Kohlen die Zimmerung und den Verbrauch des Holzes, soviel als möglich, zu beschränken, hat in England Jahrhunderte hindurch ein höchst verderbliches System des Baues auf den meisten Flötzen herbeigeführt, von dem es nur in den neuesten Zeiten gelungen ist, sich los zu machen. Vorzüglich ist die Annahme eines besseren Systems des Abbaues den Bemühungen des Herrn Buddle, Directors der Grube Wallsend bei Newcastle, zuzuschreiben, welches sich erst in den letzten 20 Jahren entwickelt und ausgebildet hat. Die meisten älteren Systeme, nach denen man noch jetzt den Bau auf vielen Flötzen eingeleitet und eingerichtet findet, beschränken sich auf den Betrieb von Vor- und Abbaustrecken und nehmen auf die Gewinnung der Pfeiler entweder gar keine Rücksicht, oder wenden so mangelhafte Mittel an, dieselben zu sichern und auszuführen, dass der grösste Theil derselben verloren geht und nicht abgebauet werden kann. Bei dem überaus flachen Fallen der Flötze fand man gar keine Schwierigkeiten, die Förderung in schwebenden, diagonal steigenden und abfallenden, und selbst in einfallenden Strecken dem Baue nachzuziehen, so dass dadurch eine sehr grosse Unregelmässigkeit der verschiedenen Streckensysteme entstand. Da nun der Pfeilerabbau nicht eher beginnen sollte und durfte, bis das ganze Feld, welches durch den Schacht seine Lösung erhalten hatte, mit Strecken vorgerichtet war, und darüber wohl 15—20 Jahre vergingen: so konnte es nicht fehlen, dass ein grosser Theil dieser Strecken bereits verbrochen war, die Pfeiler theilweise zerdrückt und durch grössere Brüche von den Hauptstrecken abgeschnitten wurden, ehe die darin stehenden Kohlen gewonnen werden konnten. Die Behinderungen, welche durch Vermehrung der Wasserzuflüsse, und hauptsächlich durch den in dem überaus weitläufigen Baue überall stockenden Wetterwechsel, bis zur Beendigung des Betriebes des Schachtes immer mehr wuchsen, veranlassten dann häufig ein gänzliches Aufheben aller oder der meisten noch stehenden Pfeiler. Auf diese Weise konnte man dem Systeme, welches von Vorn herein auf gar keinen Abbau der Pfeiler Rücksicht nimmt, beinahe noch den Vorzug vor denjenigen geben, welche darauf rechneten, ohne die Mittel zur Ausführung zu gewähren, indem bei den ersteren die Gewinnung eines grösseren Theiles der ganzen Flötzfläche gesicherter war, als bei den letzteren. Denn giebt man gleich bei dem ersten Streckenbetriebe die ersten Pfeiler, so lässt man dieselben nicht stärker stehen, als es eben nach der Beschaffenheit des Flötzes, seines Hangenden und Liegenden nothwendig ist, um als Bergfesten zu dienen und um dem Drucke hinreichenden Widerstand entgegenzustellen. Es geht also die unter solchen Umstän-

*) Man findet diese ausgezeichnete Abhandlung der Herren v. Dechen und v. Oeynhausen im 5. u. im 6. Bande der 2. Reihe von Karsten's Archiv. H.

den möglichst kleinste Flötzfläche verloren. Nimmt man sich dagegen bei der Anlage der Strecken vor, die Pfeiler späterhin ganz oder zum Theil abzubauen, so lässt man dieselben bedeutend stärker stehen, als es nöthig ist, um den Druck des Hangenden abzuhalten, um die Gewinnung derselben lucrativ und möglich zu machen, und wenn sie nun doch verloren, ganz oder zum Theil, so ist der Verlust grösser. So einfach auch eine regelmässige Vorrichtung und Abbau eines flachgelagerten Kohlenflötzes unter den gewöhnlichen Umständen zu seyn scheint, so beweist doch die Erfahrung beinahe aller Reviere, dass man erst spät, und nachdem der Bergbau schon eine bedeutende Ausdehnung erhalten hatte, zu seiner Einführung gelangt ist. Der Bau auf den flachen Flötzen des Mont St. Gilles bei Lüttich, die ältern Baue auf flachen Flügeln in der Grafschaft Mark, zeigen alle, dass kein fester Plan bei dem Streckenbetriebe festgehalten, und dass ein grosser Theil der Pfeiler stehen geblieben ist. Bei steilfallenden Flötzen, deren Abbau mit grösseren Schwierigkeiten verknüpft ist, findet man im Betriebe viel mehr Regelmässigkeit, weil man der Natur der Sache nach die Abbaustrekken nur parallel und söhlig treiben kann. Die grossen Verschiedenheiten, welche bei der Vorrichtung flach und steilfallender Flötze stattfinden, kommen in England weniger in Betracht, weil nur wenige und kleine Gruben auf steilfallenden Flötzen bauen, und Alles, was über die Gewinnung der Kohlen hier zu bemerken ist, sich auf Flötze bezieht, die mit weniger als 5—10° einfallen. Nur in einem Reviere in Staffordshire wird ein Flötz von etwa 4 Lachter Mächtigkeit gebauet; in den übrigen Revieren schwankt die Mächtigkeit derselben zwischen $\frac{1}{2}$ und 1 Lachter, oder 3—7 Fuss; stärkere Flötze von $1\frac{1}{2}$ Lachter oder 10 Fuss gehören hier zu den Ausnahmen, und von 2 Lachter Stärke sind keine darin vorhanden. Der Bau auf noch mächtigeren Kohlenmassen, wie zu Johnstone in Schottland, der seiner Natur nach ganz abweichend von den übrigen ist, kann dabei nicht in Betracht gezogen werden. Schwächere Flötze von $1\frac{1}{2}$ Fuss Mächtigkeit erlauben selten, einen grossartigen Betrieb darauf zu führen, und bieten gewöhnlich dabei der Gewinnung so eigenthümliche Vortheile dar, indem die Abfangung des hangenden Druckes sehr erleichtert wird, dass man auf sie beinahe überall eine und dieselbe Abbaumethode angewendet findet; in England, wie in Mons, in Saarbrücken, in der Grafschaft Mark und zu Obernkirchen im Schaumburgischen, treibt man auf solchen Flötzen Strebbau, bei dem, seinem Wesen nach, Vorrichtung und Abbau ein und dasselbe ist, und die ganze Flötzfläche rein abgebauet wird, so dass gar keine Kohlen dabei verloren gehen. Dem Strebbaue gegenüber steht der Pfeilerbau, von dem oben die Rede war. Demselben geht in allen Fällen, mag das Flötz durch Tagesstrecken, Stölle oder Schächte gelös't seyn, der Betrieb von Grundstrecken voran. Von diesen aus werden, bei dem flachen Fallen der Flötze in England, zur weitern Vorrichtung theils schwebende, theils diagonale Strecken getrieben und aus diesen die Abbaustrecken, theils streichend, theils diagonal getrieben, so dass zwischen denselben Kohlenpfeiler stehen bleiben, die durch kurze Strecken, gewöhnlich von derselben Breite der Abbaustrecke, auf eine solche Weise durchörtert werden, dass die nun zurückbleibenden Pfeiler quadratisch sind, eine gleiche Breite und Länge haben. Hierin stimmen beinahe sämmtliche Pfeilerbaue auf Kohlenflötzen miteinander überein. Abweichungen kommen nur etwa darin vor, dass die Abbaustrecken unmittelbar angehauen werden, und dass mithin die Grundstrecke als Vorrichtungsstrecke zu betrachten ist. Die Durchhiebe der zwischen ihnen stehenden Kohlenpfeiler sind aus dem doppelten Gesichtspuncte der Wetterführung und der Kohlengewinnung zu betrachten. Nach dem ersten

sind sie nothwendig, könnten aber an Zahl und Breite sehr vermindert werden; nach dem zweiten gestatten sie zwar eine sehr bequeme Vermehrung des Förderquantums während der Vorrichtung des Feldes, im Anfange des Betriebes, wirken aber höchst nachtheilig auf einen späteren Abbau zurück. Ihre Anlage ist da von keinem Schaden, wo von Vorn herein von der Gewinnung der Pfeiler abstrahirt wird, und nur übertragen auf die Methoden, welche einen Abbau der Pfeiler bewirken sollen. Auf diese Weise sind die Pfeiler von allen 4 Seiten frei gemacht, dem ganzen Drucke einer grossen Fläche des Hangenden ausgesetzt, bieten zwar bei dem Abbaue viele Angriffspuncte, aber nirgends einen festen und sichern Stoss dar, welcher einen entstehenden Bruch aufhalten könnte. Bei dem Schlesischen, Westphälischen und Saarbrückenschen Kohlenbergbau wird auf den meisten Flötzen ein regelmässiges System der Pfeilervorrichtung und des Abbaues befolgt; nur wenige Flötze erfordern ihrer besondern Beschaffenheit wegen andere Abbaumethoden, entweder Stoss- (vergl. Archiv Bd. 7. S. 411 u. f.) oder Strebbau. Bei diesem Pfeilerbaue gilt es als ein Hauptgrundsatz, dass der Abbau der Pfeiler dem Streckenbetriebe, oder ihre Vorrichtung so schnell, als möglich, folgen müssen. Es ist dazu eine Eintheilung des Baues erforderlich, welche den Abbaustrecken eine bestimmte, durch die örtlichen Umstände und das Verhalten der Flötze näher bezeichnete Länge vorschreibt, weil der Abbau des darüber anstehenden Pfeilers, von den Endpuncten anfangend in entgegengesetzter Richtung, — rückwärts — betrieben werden muss, um die hinterliegenden Theile der Strecke sogleich abwerfen zu können. Eine solche Eintheilung des Baues richtet sich hauptsächlich nach dem Fallen und auch wohl nach der eigenthümlichen Beschaffenheit des Flötzes. Bei sehr flach gelagerten Flötzen, den Englischen am Meisten vergleichbar, werden von der Grundstrecke aus entweder schwebende oder diagonale Vorrichtungsstrecken getrieben, und aus diesen die Abbaustrecken entweder nach beiden oder nach einer Seite grösstentheils streichend 20, 50 auch wohl 100 Lachter lang aufgefahren, wo möglich, von Oben nach Unten anfangend, und der Abbau der Pfeiler, immer aber zuerst beginnend, sobald belegt, als die Strecken die ihnen vorgeschriebene Grenze erreicht haben. In vielen Fällen wendet man auch diagonale Abbaustrecken an, die unmittelbar aus der Grundstrecke, oder aus einer streichenden Hauptstrecke angehauen werden, wie auf den Hauptgruben im Saarbrückenschen allgemein geschieht. Man hat hierbei den Vortheil, sehr schnell zum Pfeilerbau zu gelangen und bei einer grossen Menge von dargebotenen Angriffspuncten grosse Quantitäten liefern zu können, also eine gegebene Flötzfläche sehr schnell abzubauen. In allen diesen Fällen ist angenommen, dass der Betrieb von der Grundstrecke, oder einer streichenden Sohlenstrecke ausgeht. Wendet man flache Schächte, einfallende Strecken an, wie auch in England bei dem Baue der unterhalb der Schachtsohle liegenden Felder geschieht, so können die streichenden Abbaustrecken entweder unmittelbar aus diesen angesetzt oder getrieben werden, oder es werden von dieser aus streichende Sohlenstrecken aufgefahren und dann der Betrieb nach den sonst stattfindenden Verhältnissen eingerichtet, wie oben angegeben ist. Das Erstere wird gewählt, wenn das von dem flachen Schachte aus abzubauende Feld nur kurz ist, die streichenden Abbaustrecken mithin bald ihr Ende erreichen können, um danach die Pfeiler abzubauen; das Letztere, wenn eine grosse streichende Feldeslänge von dem flachen Schachte aus abgebauet werden soll. Die in dem flachen Schachte oder einfallenden Strecke anzuwendende Fördermethode, sowie ihre Verbindung mit der Streckenförde-

rung, ist ebenfalls von Einfluss auf die Einrichtung des Betriebes, alle übrigen Umstände gleichgesetzt.

Die Einrichtung des Baues auf Felder, welche unterhalb der Schachtsohlen liegen, die auf mehreren Gruben bei Lüttich und in dem Worm-Reviere noch in Gebrauch ist, wobei man mit Abbauen sogenannter Gesätze so tief niedergeht, als eine Pfeiler- und Streckenhöhe beträgt, auf der Sohle derselben eine streichende Abbaustrecke auffährt, von dieser aus wiederum niedergeht und ebenso verfährt, und auf eine solche Weise wohl 20 und mehrere Abbaustrecken treibt, kann nur durch ganz locale Verhältnisse gerechtfertigt werden, indem sonst ein flacher Schacht (im Worm-Reviere sogenannter Laufschacht), aus welchem die einzelnen Abbaustrecken angehauen werden, immer den Vorzug verdient.

Bei so flach fallenden Flötzen, wie viele der Englischen (unter 5°), kann man den Abbaustrecken auf den Flötzen beinahe jede beliebige Richtung geben, ohne von dem Ansteigen, welches dieselben dadurch erhalten, gehindert zu werden. In diesen Fällen ist es am Vortheilhaftesten, dieselben quer gegen die Schlechten oder Klüfte zu treiben, welche gewöhnlich in grosser Menge und einander parallel laufend die Flötze durchsetzen. Man erleichtert dadurch die Gewinnung der Kohlen, befördert den Procentfall an Stückkohlen und giebt den stehenbleibenden Pfeilern bei einem gleichen Flächeninhalte die grösste Widerstandsfähigkeit gegen den Druck des Hangenden. Auf vielen Englischen Gruben bringt man diese Regel in Anwendung. Wo die Klüfte in der Kohle sehr ausgezeichnet und offen sind und daher einen sehr bedeutenden Einfluss auf die Gewinnung der Kohlen äussern, wie in dem Worm-Reviere, das Fallen der Flötze selbst auf den flachen Flügeln von 15—30° viel zu stark ist, als dass man die Abbaustrecken in einer andern Richtung, als im Streichen, auftahren könnte, sucht man sich den Vortheil, der aus einer rechtwinklichen Durchbrechung der Klüfte entspringt, dadurch zu verschaffen, dass man den Ortsstoss in einer schrägen Richtung gegen die Strecken und den Klüften parallel hält. Bei breiten Strecken werden hierdurch beinahe alle Vortheile erreicht, welche die Richtung der Abbaustrecken selbst in dieser Beziehung gewähren kann. Die Breite der Abbaustrecken ist hauptsächlich von der Beschaffenheit des Hangenden und Liegenden des Flötzes und von der Menge der Bergmittel abhängig, welche bei der Kohlengewinnung mit herein gewonnen werden müssen. Dieselben werden mit Rücksicht auf diesen letztern Umstand wenigstens immer so breit gefasst werden müssen, dass die Berge in der Strecke selbst Raum finden und keine besondere Bergförderung dabei stattfinden darf; in Bezug auf den ersten Umstand treibt man sie in einer solchen Breite, als ihre Offenerhaltung erlaubt; je besser das Hangende und Liegende ist, je grössere Flächen desselben entblösst werden können, ohne Zimmerung zu bedürfen, desto breiter nimmt man die Abbaustrecken. Der englische Steinkohlenbergbau wird ganz vorzüglich durch die Festigkeit und Haltbarkeit des die dortigen Flötze begleitenden Nebengesteins begünstigt; in den meisten Gruben stehen die Abbaustrecken ganz ohne alle Zimmerung, und nur in wenigen braucht man hie und da einige Stempel, um die Schaale des Hangenden abzufangen. Fortlaufende Reihen von Stempeln, oder gar Kappen mit Stempeln unterfangen, und mit Pfählen darüber verzogene Firsten und Stösse, wie auf den meisten unserer Gruben, sieht man dort nirgends. Bei der grossen Aehnlichkeit der Gesteinsmassen des Kohlengebirges in England und bei uns, sollte man beinahe zu der Annahme verleitet werden, dass die Festigkeit und Haltbarkeit des Nebengesteins theils mit der sehr regelmässigen

Lagerung des Kohlengebirges in England, theils aber auch mit der grossen Teufe zusammenhinge, worin die dortigen Baue zum grössten Theile angelegt sind. Diese letztere Annahme würde auch für uns die erfreuliche Aussicht eröffnen, dass sich der nothwendige Holzverbrauch bei'm Abbau der Flötze vermindern würde, jemehr der Betrieb in der Teufe vorrückt. Auf steiler fallenden Flötzen kommt noch die Rücksicht auf die Fortschaffung der vor Ort gewonnenen Kohlen bis in die Förderstrecke bei der den Abbaustrecken zu gebenden Breite hinzu und verhindert, hierbei ein gewisses Maass zu überschreiten. Da die Abbaustrecken den Zweck haben, die darüber anstehenden Pfeiler zur Gewinnung vorzurichten, so müssen die Förderbahnen an dem ausgehenden Stosse gehalten werden; die bei'm Streckenbetriebe selbst fallenden Kohlen müssen daher aufwärts bis zur Förderbahn geschafft werden, um sie hier einladen zu können. Diess wird um so beschwerlicher, je breiter die Strecken sind, und schreibt eine bestimmte Breite vor, welche nicht ohne Nachtheil überschritten werden kann. Diese Rücksicht fällt auf den sehr flach gelagerten Flötzen beinahe ganz fort, indem es hier ziemlich gleichgültig ist, ob die Kohlen vor Ort herauf oder herunter geschafft werden, und sich auch Einrichtungen mit Leichtigkeit treffen lassen, um die Fördergefässe vor Ort unmittelbar da hinzuschaffen, wo die gewonnenen Kohlen liegen. Sehr wesentlich ist bei der Bestimmung der Streckenbreite die Rücksicht, ob die Abbaustrecken vorzüglich als eine Vorrichtung für den nachfolgenden Pfeilerabbau angesehen werden, oder ob die Kohlengewinnung, die aus ihrem Betriebe entsteht, die Hauptsache ist. In dem ersten Falle wird man dieselben so wählen, dass daraus die Pfeiler am Sichersten und Bequemsten angegriffen werden können, ohne durch eine zu geringe Breite Nachtheil für ihren Betrieb selbst sich zuzuziehen; in dem letzteren Falle treibt man dieselben so breit, als es nur die Umstände erlauben wollen. Es ist hieraus ersichtlich, dass so viele Bedingungen bei der Wahl der zweckmässigsten Streckenbreite zu erfüllen sind, dass sich etwas Allgemeines darüber kaum festsetzen lässt, indem dieselben einander bisweilen aufheben und widersprechen; sondern dass nur aus dem Zusammenfassen aller örtlichen Verhältnisse in jedem einzelnen Falle ein bestimmtes Urtheil, was gerade hier das Zweckmässigste ist, gefällt werden kann, wie bei so vielen andern Gegenständen, die die Praxis des Bergbaues betreffen.

Rücksichtlich des Pfeilerbaues finden in England daher folgende Verschiedenheiten statt: 1) Breiter Streckenbetrieb; die Pfeiler zwischen demselben sind nicht stärker, als es zur Unterstützung des Hangenden eben nothwendig ist *(working by post and stall)*, und bleiben gänzlich als Bergfesten stehen; 2) minder breiter Streckenbetrieb; die Pfeiler sind stärker, als es zur Abhaltung nothwendig ist; dieselben sind zu einer künftigen Gewinnung bestimmt, nach der ein ganzes Schachtfeld vorgerichtet ist, und werden wenigstens theilweise durch eine nochmalige Durchörterung gewonnen; 3) schmaler Streckenbetrieb und breite Pfeiler, deren Abbau in einzelnen Feldesabtheilungen rückwärts von Hinten nach Vorne bewirkt wird *(pannel work)*.

Sobald Kohlenflötze so nahe aneinander liegen, dass durch den Abbau und die Vorrichtung derselben das obere dadurch zu Bruche gehen würde oder seinen Abbau sehr erschwert, liegt die Regel sehr nahe, die Flötze vom Hangenden nach dem Liegenden anzugreifen und abzubauen. Wenn dieselben aber so weit voneinander entfernt sind, dass ein solcher Schaden dabei nicht zu befürchten, so lässt man sich gewöhnlich in England, wie bei uns, durch andere Rücksichten leiten, vorzugsweise ist das Eine und das Andere zu dem ersten Angriffe zu bestimmen; dass hier häufig die besten und vor-

züglichsten Flötze gewählt werden, ist sehr natürlich und kann im Allgemeinen durchaus nicht getadelt werden, solange wir Flötze für unbauwürdig erklären, deren Kohlen zwar ebenso gute Dienste leisten, als die, welche gefördert werden, deren Gewinnung aber ebensoviel, oder mehr kostet, als der Verkaufspreis beträgt.

Betrieb breiter Strecken. — Die Vorrichtung mit breiten Strecken, als die in England noch am Meisten angewendete, verdient daher einer nähern Betrachtung.

Auf der Clydachgrube in Südwales, Fig. 9, Taf. 20 *A*, werden auf dem 5 bis $5\frac{1}{2}$ Fuss mächtigen Flötze, welches höchstens 5° fällt, aus der Grund- oder streichenden Hauptförderstrecke unmittelbar diagonale Abbaustrecken von 6 Yards (etwa $2\frac{3}{4}$ Lachter) Breite getrieben, die bei dem flachen Fallen nur ein sehr geringes Ansteigen von $2—2\frac{1}{2}$° erhalten. Die dazwischen liegenden Pfeiler, welche 10 Yards ($4\frac{1}{4}$ Lachter) Stärke erhalten, werden durch beinahe im Streichen getriebene Strecken von $2\frac{1}{4}$ Lachter Breite durchörtert, welche $4\frac{3}{8}$ Lachter voneinander entfernt sind. Diese Strekken erhalten nur da, wo es erforderlich ist, Stempel. Die Grundstrecken und Hauptförderstrecken, welche etwa 220 Lachter Länge erreicht haben, sind ebenfalls $2\frac{3}{4}$ Lachter breit getrieben, stehen theils in Gewölbmauerung, theils in Stossmauerung oder im festen Kohl. Die bei dem hie und da erforderlichen Nachreissen fallenden Berge sind an beiden Stössen versetzt. Auf diese Weise wird das ganze Feld vorgerichtet, ehe man zu dem Abbaue der Pfeiler übergeht. Der Flächeninhalt der Strecken beträgt hierbei 61, und der Flächeninhalt der stehen gebliebenen Pfeiler 39 Procent der ganzen Flötzfläche. Die Pfeiler würden eine für den Abbau bei dem ganz vorzüglich Hangenden sehr geeignete Breite haben, wenn dieselben nicht durch die vielen Querörter unganz gemacht worden wären. Die Fläche der diagonalen Abbaustrecken beträgt nur 37 Procent der ganzen Flötzfläche, und hiermit begnügt man sich nicht für den ersten Angriff des Flötzes, weil man aus Erfahrung weiss, wie wenig sicher auf den Pfeilerabbau zu rechnen ist. Eine Verminderung der Quer- oder Theilungsörter würde zwar anfänglich weniger Kohlen aus demselben Felde liefern lassen, sich aber durch Erleichterung des Pfeilerabbaues späterhin reichlich ersetzt machen. Eine Breite von $2\frac{3}{4}$ Lachter genügt bei dem $\frac{3}{4}$ Lachter mächtigen Flötze für eine leichte Gewinnung der Kohlen und würde bei breiteren Strecken der Häuer um so weniger im Stande seyn, mehr zu leisten, als er dann wenigstens mit einiger Zimmerung beschäftigt werden würde.

Auf der Dowlaisgrube, Fig. 10, Taf. 20 *A*, wo 3—8 Fuss mächtige Flötze gebauet werden, treibt man schwebende oder etwas diagonale Vorrichtungsstrecken, in Entfernungen von einigen 40—50 Lachter (100—120 Yards), dieselben erhalten gegen 200 Yards (87 Lachter) Länge. Aus denselben werden streichende Abbaustrecken von $3—3\frac{1}{2}$ Lachter (7—8 Yards) Breite getrieben, zwischen denen schmale Pfeiler von 4—5 Yards ($1\frac{3}{4}—2\frac{1}{4}$ Lachter) Stärke stehen bleiben. Diese Pfeiler sind selbst zu schmal, um regelmässig durch Querörter getheilt zu werden, nur der Wetter wegen durchschauet man dieselben hie und da. Der Flächeninhalt der Strecken beträgt $62\frac{1}{2}$ Procent von der gesammten Flötzfläche und wird auf eine sehr leichte Weise und sehr schnell nach wenigen Vorbereitungen gewonnen; dagegen sind die in den Pfeilern stehenbleibenden $37\frac{1}{2}$ Procent der Flötzfläche auf immer, ohne alle Hoffnung auf irgend eine spätere Gewinnung, verloren.

In dem Principe ist dieses Abbausystem demjenigen gleich, welches man auf der Haighgrube bei Wigan in Lancashire, Fig. 11, Taf. 20 *A*, auf welcher das 2—3 Fuss mächtige Kennelkohlenflötz aus einem 45 Lachter tiefen Schachte gebauet wird, befolgt.

Die Grundstrecke und die streichenden Hauptstrecken, welche mit dieser durch Hauptförderdiagonalen verbunden sind, erhalten nur $\frac{7}{8}$ Lachter (2 Yards) Breite. Aus diesen werden diagonale, beinahe schwebende Abbaustrecken von $4\frac{1}{2}$ Yards (2 Lachter) Breite, 60—80 Yards (26—35 Lachter) lang getrieben. Die zwischen diesen Strecken stehen bleibenden Pfeiler haben nur eine Stärke von $1\frac{1}{2}$ Yards ($\frac{5}{7}$ Lachter oder genauer $53\frac{1}{2}$ Zoll), und diese dürfte wohl nur bei so gering mächtigen Flötzen und bei so festen Kohlen, wie die Kennelkohle, irgend anwendbar seyn. An einen Abbau dieser schwachen Pfeiler kann natürlich nicht gedacht werden.

Die streichenden Strecken erhalten gegen 130 Lachter Länge, so dass die Schächte etwa 260 Lachter im Streichenden auseinander stehen, was mit ihrer Tiefe in einem natürlichen und richtigen Verhältnisse zu stehen scheint. Die stehen bleibenden Pfeiler nehmen nur $\frac{1}{4}$ der ganzen Flötzfläche ein, und es stellt sich daher auf dieser Grube ein vortheilhafteres Verhältniss der abzubauenden zu der stehenbleibenden Fläche heraus, als bei den andern früher betrachteten Gruben, was nicht in dem Systeme, sondern in der geringen Mächtigkeit des Flötzes, in der Festigkeit der Kohle begründet ist. Holzersparniss ist in diesem Falle die einzige Rücksicht, der diese auf immer verlornen Pfeiler zum Opfer gebracht werden, denn bei der geringen Stärke derselben ist es nicht wahrscheinlich, dass sie lange Zeit hindurch im Stande sind, Brüche des Hangenden zu verhüten, die unter solchen Verhältnissen sehr unregelmässig entstehen, und in Hinsicht auf die Zuführung der Wasser vielleicht noch nachtheiliger wirken, als wenn durch einen reinen Abbau sich das Hangende fest zusammensetzt.

Pfeilerabbau. — Auf der Grube Killingworth, Fig. 12, Taf. 20 *A*, wurde bei unserer Anwesenheit Abbau auf dem Flötze *High main seem* geführt. Das Flötz ist 6 Fuss ($\frac{7}{8}$ Lachter) mächtig, hat theils festen Sandstein zum Hangenden, theils eine Lage von 1—$1\frac{1}{2}$ Fuss Schieferthon, welcher in den Strecken hereingeschlagen werden muss, weil er sich nicht hält. Das Schachtfeld, man kann eigentlich sagen das gesammte Grubenfeld, wenigstens dasjenige, welches in einem zusammenhängenden Bergbauplane gefasst wird, war, durch Streckenbetrieb vorgerichtet, auf Pfeiler gesetzt worden, bevor man zu dem Abbaue derselben übergegangen war. Zwischen diesen beiden Arbeiten lag ein Zeitraum von 15 Jahren; die sämmtlichen Abbaustrecken waren in demselben zu Bruche gegangen, und es musste nun ein neues System von Strecken getrieben werden, um zu den Pfeilern gelangen und deren Abbau einleiten zu können. Hierbei konnte die Anwendung der Zimmerung gar nicht umgangen werden, und die Aufgewältigung der zu durchörternden alten Strecken verursachte viele und kostbare Hülfsarbeiten. Das zuerst durchgeführte System besteht in Abbaustrecken von 4 Yards ($1\frac{3}{4}$ Lachter) Breite, welche gewöhnlich steigend aus den streichenden Hauptförderstrecken aufgefahren sind, welche Pfeiler von 10 Yards ($4\frac{3}{8}$ Lachter) Stärke zwischen sich lassen. Diese letzteren sind durch Querörter von $2\frac{1}{2}$ Yards ($1\frac{1}{8}$ Lachter) Breite getheilt, die in Entfernungen von 20 Yards ($8\frac{3}{4}$ Lachter) voneinander angesetzt sind. Bei dem Zubruchegehen dieser Strecken, in denen die vielen kleinen Kohlen, die nicht mit gefördert werden, da sie keinen Absatz finden, versetzt sind, haben auch die Pfeiler gelitten, und sind an ihren Rändern unganz, zerklüftet und durch die Einwirkung des Wetterzuges ganz unbrauchbar geworden. Das Kohl sieht rostig aus, hat seine Brennkraft theilweise verloren und würde bei der Gewinnung nur wenig oder gar keine Stückkohlen liefern können. Von der Hauptförderstrecke aus werden, wenn der Zustand des Hangenden es erlaubt, nur Abbaustrecken von $1\frac{3}{4}$ Lachter Breite, so nahe, als thunlich, an dem

einen Rande des Pfeilers, aufgefahren, welche sich aber nicht wohl weiter, als über die Länge von 2 Pfeilern, fortsetzen lassen; und auf diese Weise werden Pfeiler vorgerichtet, welche $1\frac{3}{4}$—2 Lachter Stärke an gutem und brauchbarem Kohl enthalten. Diese neuen Strecken müssen mit doppelten Reihen von Stempeln verzimmert werden.

Der Abbau dieser so vorgerichteten Pfeiler folgt unmittelbar auf diese neue Vorrichtung, und wird dabei ein grosser Theil des in der Strecke verbaueten Holzes und des zum Pfeilerbaue selbst angewendeten wiedergewonnen. Wenn das Hangende schon stärker auf die Pfeiler gewirkt hat und die Entblössung so grosssr Flächen desselben, wie der soeben beschriebene Bau voraussetzt, ohne einen grossen Holzaufwand nicht mehr möglich erscheint, so treibt man mitten in den Pfeilern schmale $\frac{7}{8}$ Lachter breite Strecken und nimmt aus diesen rückwärts aus beiden Stössen soviel fort, als ohne Gefahr für die Arbeiter und ohne grossen Holzaufwand geschehen kann. Der Zweck, den man sich augenscheinlich im Anfange des Betriebes vorgesetzt hatte, sämmtliche Pfeiler rein abzubauen, wird hiernach nur sehr unvollständig erreicht, und mit einem beträchtlichen Kostenaufwande, der noch durch die Aufgewältigung mehrerer Hauptförderstrecken, welche etwa 20 Lachter voneinander entfernt liegen, beträchtlich vermehrt wird. Die zuerst getriebenen Abbaustrecken nehmen 36 Procent der ganzen Flötzfläche ein, und in den Pfeilern hat man 64 Procent stehen lassen. Die zur Vorrichtung der Pfeiler unmittelbar vor dem Abbaue getriebenen Strecken nehmen im günstigsten Falle 25 Procent, im ungünstigsten $12\frac{1}{2}$ Procent der gesammten Flötzfläche ein. In den Strecken sind daher überhaupt 49—61 Procent der gesammten Flötzfläche zu gewinnen; und für den eigentlichen Abbau bleiben demnach 39—51 Procent übrig. In dem günstigsten Falle gehen daher bei diesem Abbaue 16 Procent, im ungünstigsten gewiss 40 Procent der Flötzfläche verloren, wobei die in dem Baue zurückbleibenden kleinen Kohlen noch nicht einmal berücksichtigt sind. Bei dem ersten Streckenbetriebe zeigt sich das Flötz so fest, dass nach dem Schrämen und Schlitzen das Kohl hereingeschossen werden muss; bei der spätern Vorrichtung der Pfeiler bewirkt indessen schon der Druck des Hangenden eine solche Zersprengung der Kohlenbänke nach den Schlechten, dass die Gewinnung sehr leicht wird, aber der Abbau auch mehr Holz erfordert, von dem auch um soviel mehr bei'm Rauben verloren geht. Der Pfeilerbau, der gerade hier, durch locale Verhältnisse begünstigt, ausserordentliche Vortheile gewähren könnte, wenn dem ganzen Baue eine solche Einrichtung gegeben worden wäre, dass derselbe dem Streckenbetriebe unmittelbar hätte nachfolgen können, leistet gar nichts und verursacht mehr Kosten, als der Streckenbetrieb. Diese Rücksichten haben daher auch so häufig dazu beigetragen, die Pfeiler auf immer aufzugeben. Jemehr indessen die Felder zusammenrücken, jemehr die Grundbesitzer über die Verluste aufgeklärt werden, die ihnen dadurch als Eigenthümer des Unterirdischen erwachsen, umsomehr wird man diese Einrichtung verlassen. Aber diese Fortschritte zum Bessern sind langsam.

Auf der noch verhältnissmässig neuen Grube Hetton bei Sunderland, Fig 13, Taf. 20 *A*, geht man einem ähnlichen Ergebnisse entgegen, wie es auf Killingworth bereits erreicht ist. Man setzt ein ungeheueres Feld, welches sich schon gegenwärtig auf etwa 900,000 Q. Lachter (den 14. Theil einer Quadratmeile) schäzten lässt, auf Pfeiler; beabsichtigt damit, soweit fortzufahren, als die Förderungskräfte noch dem Hauptschachte, und als die jetzt gemachten und noch künftig zu machenden Erwerbungen eine Ausdehnung des Baues auf zwei 34 Lachter seiger voneinander liegenden

Flötze erlauben, von denen das obere High main coal nicht so stark angegriffen ist, als das untere Hutten seem, und die eine gleiche Mächtigkeit von $6\frac{1}{2}$ Fuss (etwa 75 Zoll preuss.) haben. Der Grund, warum man nicht früher zu dem Abbaue übergehen will, liegt in der Schwierigkeit, den Wetterwechsel dabei in einer solchen Ordnung zu erhalten, wie ihn die Sicherheit der Grube erfordert, und in der Furcht, die Wasserzuflüsse, welche in den sandigen Schichten zwischen dem Kohlengebirge u. dem Magnesiakalkstein in dem Schachte in 43 Lachter Tiefe in grosser Menge erschroten und nach vielen Schwierigkeiten abgedämmt worden sind, in die Baue herabzuziehen, wodurch ein völliges Ersaufen derselben die Folge seyn würde, indem nicht so grosse Kräfte herbeigeschafft werden könnten, um dieselben zu gewältigen. Das einzige Mittel, welches ausser einer grösseren Stärke der Pfeiler angewendet wird, um deren Abbau künftig zu sichern, besteht darin, dass man einzelne Bauabtheilungen bildet, zwischen denen stärkere Sicherheitspfeiler stehen bleiben, und die nur mit den zur Förderung und Wetterwechsel nöthigen Strecken durchörtert werden. Diese Sicherheitspfeiler sollen nicht allein dazu beitragen, den Druck des Hangenden auf die einzelnen Pfeiler zu vermindern und desshalb zu ihrer bessern Conservation beitragen; sondern sie sollen auch ein Mittel gewähren, den Wetterzug von solchen einzelnen Bauabtheilungen gänzlich abzuschneiden, während kein Betrieb darin stattfindet, um denselben auf die belegten Arbeitspuncte desto kräftiger hinleiten zu können. Von den Grundstrecken aus treibt man in's Ausgehende und in's Einfallende flache Schächte (schwebende oder fallende Strekken), aus diesen Hauptförderstrecken, aus welchen die Abbaustrecken, grösstentheils steigend, bisweilen auch abfallend und nach den Localumständen etwas diagonal, angesetzt werden. Dieselben sind 4 Yards ($1\frac{7}{8}$ Lachter) breit; die dazwischen stehen bleibenden Pfeiler, dem Zustande des Hangenden nach, 13—18 Yards ($5\frac{5}{8}$—$8\frac{7}{8}$ Lachter). Auch nimmt man bei jeder Pfeilerstärke wohl darauf Rücksicht, dass diejenigen, welche, dem Abbauplane gemäss, am Längsten stehen bleiben sollen, stärker, als diejenigen, seyn müssen, deren Gewinnung in einem kürzeren Zeitraume möglich wird. Diese Pfeiler werden von 26 zu 27 Yards ($11\frac{3}{8}$ Lachter) mit Durchhieben von 2 Yards ($\frac{7}{8}$ Lachter) Breite durchörtert. Eine Arbeit, die keine Kohlengewinnung beabsichtigt, sondern lediglich des Wetterwechsels wegen getrieben werden muss. Die Abbaustrecken erhalten eine Länge von 200 Yards (87 Lachter), welches etwa die Entfernung der einzelnen Hauptförderstrecken voneinander ist. Bei diesem Baue nehmen die Strecken nur 24—29 Procent der ganzen Flötzfläche ein, also beträchtlich weniger noch, als bei dem Baue auf Killingworthgrube. Wieviel der Pfeilerabbau von den stehen bleibenden 71—76 Procent noch gewinnen wird, kann nur die Erfahrung vieler Jahre erweisen, denn obgleich auf diesem einzigen Puncte jährlich über 6 Millionen Centner (1 Centner = 1 preuss. Scheffel oder $\frac{1}{4}$ Tonne) gefördert werden, so würde es doch hiernach gegen 50 Jahre währen, bevor das 900,000 Quadratlachter haltende Feld auf den beiden Flötzen High main coal und Hutton seem völlig rein abgebauet werden könnte. Ob daher die Anwendung, welche von dem Baue einzelner Feldesabtheilungen *(pannelwork)* auf dieser Grube gemacht ist, sich wirklich so vortheilhaft bewähren wird, als es derselbe seinem Principe nach seyn soll und seyn kann, muss dahingestellt bleiben, im günstigsten Fall gehört zur Entscheidung dieser Frage ein so langer Zeitraum, dass nur die Nachkommen das Resultat erfahren, was für sie bei fortschreitenden Verbesserungen vielleicht nicht einmal von Wichtigkeit seyn wird. Bei der Länge der Zeit, die voraussichtlich auf dieser Grube zwischen dem Streckenbetriebe und dem An-

fange des Pfeilerbaues verfliessen muss, dürfte wohl das Zusammengehen der jetzt getriebenen Strecken bis zu jenem Zeitpuncte gewiss seyn. Es wird dasselbe Verhältniss, wie bei dem Abbau auf dem High main seem von Killingworth, daraus hervorgehen. Da die Pfeiler stärker sind, als dort, so wird man mehrere Vortheile dabei voraus haben; aber auf einen so reinen, vollständigen Abbau, wie er jetzt und unmittelbar nach dem Streckenbetriebe stattfinden könnte, ist keinesweges zu rechnen.

Auf der Hettongrube kommt noch ein aus dem Grubenbesitze hervorgehendes Verhältniss dazu, den Abbau zu erschweren und ihm einen Theil der Regelmässigkeit zu nehmen, welche bei so gleichförmigen Lagerungsverhältnissen möglich und bei so ausgedehnten Grubengebäuden nützlich ist. Die Grube bauet unter dem Eigenthume verschiedener Grundbesitzer und ist nur auf den Bau der Flötze bis zum Hutton seem eingerichtet und berechtigt. Um daher den Betrieb tieferer Flötze nach einer anderen Zusammensetzung des Oberflächenbesitzes möglich zu machen, müssen Sicherheitspfeiler senkrecht unter den Gränzen des Oberflächeneigenthums auf den Flötzen stehen bleiben. Die Stärke derselben ist contractmässig auf 25—40 Yards (11—17¼ Lachter) festgesetzt. Sie dürfen nur mit den Hauptstrecken durchfahren werden, müssen nach der Beendigung des Betriebes der Hettongrube durch Dämme wieder fest abgeschlossen werden, so dass die Wasser auf den abgebaueten Flötzflächen nicht untereinander in offene Communication treten, sondern unter jedem verschiedenen Grundeigenthume separat gehalten werden können. Wie sehr diese Sicherheitspfeiler den Betrieb stören, die Regelmässigkeit des Baues unterbrechen, davon kann man sich, selbst ohne Anschauung des Grubenbildes, einen ungefähren Begriff machen.

Die Anwendung des Baues in einzelnen Feldesabtheilungen ist in neueren Zeiten sehr vollständig auf der Whingillgrube bei Whitehaven, auf dem 4—4½ Fuss mächtigen Bannock band seem und dem 20 Lachter seiger darunter liegenden Main seem von 10 Fuss (1⅜—1½ Lachter) Mächtigkeit durchgeführt worden. Der Bau wird grösstentheils unter der Schachtsohle aus flachen Schächten (abfallenden Strecken) geführt, aus denen streichende Strecken in beträchtlichen Entfernungen voneinander getrieben werden. Die einzelnen Feldesabtheilungen sind gewöhnlich 120 Yards (52½ Lachter) im Streichen lang und erreichen dabei eine Höhe, die sich zwar nach der Localität richtet, aber doch zwischen 400—500 Yards (195—218 Lachter) beträgt. Der Flächeninhalt einer solchen Feldesabtheilung steigt daher bis über 10,000 Quadratlachter. Auf anderen Gruben wechselt die Grösse dieser Feldesabtheilungen zwischen 900 bis 11000 Quadratlachter, nach der Regelmässigkeit des Flötzverhaltens, nach der Beschaffenheit des Flötzes, des Hangenden und Liegenden. Die Stärke, die dem Sicherheitspfeiler gegeben wird, welcher um dieselbe herum stehen bleibt, ist nach der Beschaffenheit des Hangenden verschieden, aber jedenfalls so bedeutend, dass derselbe in der Folge, nach erfolgtem Abbaue der davon eingeschlossenen Abtheilungen, selbst von den Hauptstrecken aus vorgerichtet und in Abbau genommen werden kann, was bei schwächeren Pfeilern nicht möglich seyn und daher Verluste veranlassen würde. Die gewöhnliche Breite derselben beträgt 20 Lachter. Innerhalb der Feldesabtheilungen werden aus den streichenden Hauptförderstrecken schwebende, etwas diagonale oder auch wohl abfallende Abbaustrecken getrieben, eine Einrichtung, die bei einem Fallen der Flötze, welches von 1°—7° wechselt, in vielen Fällen ohne wesentliche Nachtheile getroffen werden kann. Die Abbaustrecken haben eine Breite von 1¾ Lachter; die dazwischen stehen bleibenden Pfeiler von 6⅞ Lachter, so dass in jeder Abtheilung etwa 7 solcher

Strecken getrieben werden. Diese Pfeiler werden in Entfernungen von 11 Lachter mit Strecken durchörtert, welche eine Breite von $1\frac{3}{4}$ Lachter erhalten. Eine Breite der Abbaustrecken von $1\frac{3}{4}$ Lachter (12 Fuss Englisch) scheint bei diesem Baue für das Verhalten sehr vieler Flötze passend zu seyn und ist die ganz gewöhnliche. Die Pfeiler sind, in der Regel, etwas schwächer, als auf dieser Grube, nur $5\frac{1}{4}$ Lachter stark, was auch wohl bei dem Abbaue einige Erleichterung gewähren kann. Die Länge der Pfeiler bestimmt sich, wenn man die Pfeilerdurchhiebe nur als zum Wetterwechsel nöthige Arbeiten betrachtet, lediglich nach diesen und wird dabei nicht viel von 10—11 Lachter abweichen. Die Breite der Pfeilerdurchhiebe wird aber alsdann nur zu $\frac{3}{4}$ Lachter genommen, welches zweckmässig ist, um den Druck auf die Kreuze derselben und der Abbaustrecken nicht zu sehr zu vermehren. Bei dem Abbauen wird der äusserste Pfeiler von dem letzten Querorte aus durch eine in seiner Mitte befindliche u. den Abbaustrekken parallele Strecke (Pfeilerort) von $1\frac{7}{8}$ Lachter Breite getheilt, so dass zu jeder Seite desselben ein Pfeiler von $2\frac{1}{2}$ Lachter stehen bleibt, der aus diesem Pfeilerorte so weit, als möglich, verhauen wird. An den Stössen der Abbaustrecken geht hierbei immer etwas verloren. Dieser kleine Verlust, welcher demjenigen zu vergleichen ist, welcher bei den meisten Abbauen entweder immer oder nur bisweilen entsteht, wird um so grösser, je mehr die Pfeiler schon frei gemacht sind und auf den Kreuzen der Abbaustrekken und Pfeilerdurchhiebe Druck entstanden ist. Auf diese Weise schreitet der Abbau der Pfeiler reihenweise nach demjenigen Puncte der Feldesabtheilungen hin vor, von dem die Vorrichtung derselben ausgegangen ist. Die entstehenden Brüche des Hangenden können wegen der starken Sicherheitspfeiler auf die benachbarten Feldesabtheilungen gar keinen Einfluss ausüben; und nachdem sich dieselben völlig gesetzt haben, scheint es auch unzweifelhaft, dass die Sicherheitspfeiler selbst in einer gleichen Art, wenn auch mit einem etwas grössern Kohlenverluste, abgebauet werden können. Bei dieser Art des Abbaues werden immer Stempel angewendet, welche nach Erfordern enger oder weiter voneinander gesetzt werden. Das Rauben dieser Stempel ist wegen der Theuerung des Holzes nothwendig, um die Kosten des Abbaues nicht zu sehr zu erhöhen. Das gute Hangende unterstützt diese Arbeit sehr. Auf einigen Flötzen werden Flächen von 200 Quadratlachter oder 4 Pfeiler verbauet, bevor man anfängt, unterm erstern die Stempel zu rauben und das Hangende zu Bruche zu werfen. Bei dem Rauben der Stempel verfährt man in England genau so, wie in Schlesien und Saarbrücken. Die Fläche der Abbaustrecken und der Pfeilerdurchhiebe nimmt 31 Procent der Flötzfläche ein, wenn man von den Sicherheitspfeilern abstrahirt, welche um die Feldesabtheilungen herum stehen bleiben; die Pfeilerörter betragen 17 Procent der Flötzfläche, so dass also 52 Procent derselben dem eigentlichen Abbaue, dem Fortgewinnen der Stösse der Pfeilerörter, überlassen sind. Man kann annehmen, dass hiervon $\frac{1}{3}$—$\frac{1}{5}$ verloren geht und daher den gesammten Verlust dieser Abbaumethode auf 17—10 Procent schätzen. Diese Angaben sind zwar sehr allgemein, inzwischen kann man wohl annehmen, dass sie die Gränzen der Wirklichkeit einschliessen. Da es aber nirgend möglich war, die in einer bestimmten Zeitperiode abgebaueten Flächen mit der Förderung zu vergleichen, da auch Abbau und Vorrichtung immer gleichzeitig und in verschiedenen Theilen des Schachtfeldes stattfindet, so konnten keine genaueren Data hierüber erhalten werden. Bei dem Streckenbetriebe auf dem mächtigen Main seem bleibt die hangendste 2 Fuss mächtige Kohlenbank in der Firste stehen, und man bedarf alsdann beinahe gar keiner Zimmerung dabei. Diese Firstkohle wird bei dem Abbaue mit her-

eingewonnen; ein Verfahren, welches sich unter ähnlichen Verhältnissen auf mehreren unserer Gruben als zweckmässig, die Gewinnungskosten ermässigend, bewährt hat. Bei der Gewinnung dieses Firstkohles findet immer einiger Verlust statt, der in dem oben angegebenen noch nicht mit eingeschlossen ist.

Einen sehr reinen Abbau führt man auf der Elton head-Grube bei Sutton (zwischen Prescot und Warrington) in Lancashire, wiewohl sich dieselbe sonst durch keine besondere Vorrichtungen auszeichnet. Es werden hier in 54 Lachter Teufe mehrere Flötze, besonders ein 6 Fuss ($\frac{7}{8}$ Lachter) mächtiges, gebauet, dessen Unterbank der Kennelkohle sehr ähnlich ist. Das Fallen beträgt 8—10°. Aus der Hauptförderstrecke in der Schachtsohle werden schwebende, oder wenn es das Fallen erfordert, etwas diagonale Strecken, in Entfernungen von 30 Yards (13 Lachter) aufgefahren, so hoch als die abzubauende Pfeilerhöhe es erforderlich macht. Aus diesen Strekken werden streichende Abbaustrecken getrieben, welche daher nur sehr kurz werden, 30 Yards (13 Lachter) lang, und einen sehr schnellen Abbau der zwischen ihnen bleibenden 5—7 Yards ($2\frac{1}{8}$—3 Lachter) breiten Pfeiler erlauben. Die Strecken selbst sind nur schmal, 4—5 Fuss ($\frac{5}{8}$ Lachter) weit. Die Pfeiler werden rückwärts und von Oben nach Unten streichend abgebauet. Bei der Anwendung von wenigen Stempeln und bei dem Rauben derselben gehen doch nur wenige Kohlen verloren, indem man an dem oberen Pfeilerstosse in die darüber liegende zu Bruche geworfene Abbaustrecke durchzuhauen vermeidet. Dieser Verlust ist etwa auf 5—7 Procent der ganzen Flötzfläche zu schätzen und daher beträchtlich geringer, als bei irgend einer anderen in England befolgten Abbaumethode. Die Leichtigkeit, die im Streichenden fortrückenden Baue durch Abteufung mehrerer Schächte mit Wettern zu versorgen, die geringen Wasserzuflüsse der oberen Gebirgsschichten, welche fortwährend aus der tiefsten Sohle gehalten werden, entfernen hier die meisten Schwierigkeiten, welche sich auf den tiefen Gruben in Northumberland, Durham und Cumberland der Einführung eines so regelmässigen Abbaues entgegenstellen.

Ein übersichtliches Bild von dem Abbaue der etwa 2—3 Meter mächtigen und schwach geneigten Kohlenflötze im nördlichen England, namentlich bei Newcastle am Tyne in Northumberland und bei Whitehaven in Cumberland, giebt Fig. 3 *bis*, Taf 21. Die beiden Schächte *A* und *P* sind an dem möglichst tiefsten Grunde des Flötzes abgesunken. Von dem Förderschachte *A* aus ist eine schwebende Strecke bis zur obern Markscheide des Grubenfeldes getrieben worden. Dieselbe ist zu gleicher Zeit auch Hauptförderstrecke. Die Vorrichtung und der Abbau sind auf der Figur so deutlich dargestellt, dass wir nichtsweiter darüber zu sagen brauchen.

Abbau mächtiger und sehr steil fallender Kohlenflötze durch abwärts gehende Stockwerke. — Die zu gleicher Zeit mächtigen und sehr steil fallenden Lagerstätten können ebenfalls stockwerksartig von Oben nach Unten abgebauet werden. Die Abbaue und die Pfeiler eines jeden Stocks liegen alsdann in einer söhligen Ebene und querschlägig auf der Lagerstätte. Die ersten Strecken werden streichend getrieben. Die Förderstrecke muss im Liegenden befindlich seyn, sowie die geneigten Strecken auf dem Fallen der Lagerstätte, auf den die gewonnenen Mineralien zuweilen zu den Füllorten gefördert werden, die in einem Stocke vorhanden sind, welches unter dem eben im Betriebe befindlichen liegt. Eine andere Strecke ist unter dem Dache getrieben, und wenn es die söhlige Entfernung zwischen Dach und Sohle gestattet, so kann man das zwischen ihnen befindliche Grubenfeld durch eine oder

durch mehrere andere parallele Strecken vorrichten, so dass lange Pfeiler entstehen, die sich streichend bis zur Markscheide des Grubenfeldes erstrecken. Diese Pfeiler werden abgebauet, indem man von Hinten nach der Grundstrecke vorgeht.

Die sehr mächtigen und stark abfallenden Lagerstätten, auf denen das mitbrechende taube Gestein zum Versatze unzureichend ist, bieten übrigens bei'm Abbaue die grössten Schwierigkeiten dar. Es befinden sich in diesem Falle mehrere französische bauwürdige Steinkohlenflötze; wie, z. B., das Flötz, welches zu Creusot im Saône- und Loire-Departement abgebauet wird, die Anthracitlager in der Gegend von Mure im Isère-Departement, die bei Alais, in der Concession von Rochebelle im Gard-Departement, gewonnenen Flötze, mehrere Theile des grossen Steinkohlenflötzes bei Decazeville und an andern Puncten des Beckens von Auvin im Aveyron-Departement etc.

Gewinnung des Anthracits zu la Mure. — Der Abbau der Anthracitlager von la Mure, durch Stockwerksbaue von Oben nach Unten, ist von Herrn Giroud, einem Concessionair dieser Gruben, im 9. Bande der 3. Reihe der *Annales des mines* beschrieben worden. Auf den Flötzen von la Rivoire und du Peychagnard, die an vielen Puncten ein sehr starkes Fallen haben, und deren Mächtigkeit von 5—12 Metern wechselt, hat man das Steinkohlenfeld, welches zwischen den alten Bauen am Ausgehenden und dem Stollen liegt, in Stockwerke getheilt, deren seigere Höhe 4,50 bis 5 Meter beträgt. In jedem Stockwerke, Fig. 4, 5 und 6, Taf. 22, hat man zwei streichende Strecken, die eine am Liegenden und die andere am Hangenden getrieben, und mit Querschlägen durchschlägig gemacht, welche durch 10 Meter mächtige Steinkohlenpfeiler voneinander getrennt sind. Beide Arten von Strecken sind etwa 2 Meter hoch, so dass 2,50 bis 3 Meter mächtiger Anthracit zwischen den Försten der Strecken eines Stockwerks und der Sohle der Strecken des obern Stockwerks stehen bleiben. Dieser Anthracit wird zu gleicher Zeit mit den Pfeilern zwischen den Querschlägen abgebauet. Die Gewinnung der Pfeiler geschieht, indem man am entferntesten Ende des obern Stockwerks, über welchem die alten Baue befindlich sind, beginnt. Man treibt zuvörderst eine den Querschlägen parallele Strecke, welche einen 1—1,50 Meter mächtigen Kohlenpfeiler zwischen sich und den zur Seite befindlichen Brüchen oder der Markscheide des Grubenfeldes zurücklässt. Darauf durchörtert man diesen Pfeiler, Fig. 5, Taf. 22, durch fast 1 Meter breite Strecken, so dass man nur kleine Anthracitpfeiler stehen lässt, deren Durchschnitt ein Quadrat von 1—0,50 Meter Seite ist, jenachdem der Anthracit eine grössere oder geringere Festigkeit hat. Man gewinnt darauf das Förstenkohl des in Abbau stehenden Stockwerks; die Häuer stehen zu dem Ende auf Bergen oder auf den kleinen Kohlen, welche in den Gruben zurückbleiben. Der Theil, von welchem das Förstenkohl gewonnen wird, hat stets nur eine geringe Oberfläche von 2—2½ Quadratmeter. Man gelangt in die obern Brüche, welche in das im Abbau begriffene Stockwerk eindringen, und welche man durch Mauern erhält, dis quer durch die Strecken geführt werden, und die auf dem noch unangerührten Theil des Pfeilers stehen. Die kleinen Kohlen, welche etwa ⅕ von dem Ganzen betragen, lässt man als nutzlos in der Grube zurück. Wenn der Abbau des obern Stockwerke 40—50 Meter weit vorgeschritten ist, und wenn sich die Brüche gesetzt haben, so kann man die Pfeiler des untern Stocks ebenfalls in Abbau nehmen.

Ein Häuer gewinnt bei'm Streckenbetriebe mit der Keilhaue täglich 1600 Kilogrammen verkäuflichen Anthracit, und wenigstens 400 Kilogrammen kleine Kohlen, welche in der Grube zurückgelassen werden.

Bei'm Abbau der Pfeiler von 3 Metern des obern Pfeilers eines jedes Stocks, gewinnt ein Häuer 2700 Kilogrammen Anthracit in Stücken und etwa $\frac{1}{10}$ Kleines.

Der Holzverbrauch ist sehr gering. Auf den mildesten Flötzen hat man durchschnittlich zur Gewinnung von 191,000 Kilogrammen Anthracit, 1 Cubikmeter Stempelholz und 0,81 Cubikmeter Deckholz verbraucht.

2) Abbau mit quadratischen Pfeilern, die man grösstentheils in der Grube stehen lässt.

Lagerstätten, welche durch quadratische Pfeiler, welche man stehen lässt, abgebauet werden können. — Auf diese Weise gewinnt man Substanzen, die in mächtigen Lagern vorkommen, und die bei einem geringern Werthe eine grosse Festigkeit haben. Dahin gehören Bausteine, Schiefer, sowie die mächtigen Steinsalz- und Gypslager. Häufig bauet man auch auf dieselbe Weise mächtige Steinkohlenflötze ab, welches jedoch stets nur mit grosser Gefahr für die Arbeiter und mit grossem Kohlenverluste geschehen kann. Man wird einsehen, dass, wenn die abzubauende Masse nicht sehr fest ist, man genöthigt seyn wird, einen sehr bedeutenden Theil davon als Pfeiler stehen zu lassen, und dass es trotz dieser Opfer oft ganz unmöglich ist, die Arbeiter gegen die Gefahr des Verschüttens zu sichern.

Der Abbau mit stehen bleibenden Pfeilern, wenn die Masse eine grosse Festigkeit hat, bietet übrigens gar keine Schwierigkeiten dar. Alles kommt nur darauf an, den gewöhnlich quadratischen Pfeilern und den Strecken die gehörigen Dimensionen zu geben, so dass sie mit der Festigkeit der Masse und mit dem Drucke des Daches in Uebereinstimmung stehen. Jedoch kann diess in jedem besondern Falle nur durch die Erfahrung bestimmt werden. Wir wollen nun einige Beispiele aufführen.

Steinsalz-Bergbau in der Gegend von Northwich in der englischen Grafschaft Chester. — Bei Northwich gewinnt man ein fast söhliges Lager von fast gleichartigem Steinsalze, dessen Mächtigkeit etwa 60 englische Fuss beträgt, und das in einer Teufe von 100—130 Yards (à 3 engliche Fuss) unter Tage vorkommt.

Die Förderung erfolgt durch kreisrunde, in Ziegelsteinmauerung stehende Richtschächte. Die vom Tiefsten des Schachtes ausgehenden Strecken sind 36 bis 40 F. hoch, so dass sie in der Firste ein mächtiges Steinsalzmittel stehen lassen, um die im Hangenden des Lagers befindlichen Mergel- und Thonschichten zu unterstützen. Die Breite dieser Strecken beträgt 25 Yards, sie sind gerad- und krummlinig, durchschneiden sich aber stets in einem rechten Winkel und sind durch Pfeiler voneinander getrennt, deren quadratischer Durchschnitt 10 Yards beträgt, und welche zum Tragen des Hangenden hinreichen. Vor jedem Ortsstosse wird das Salz mittelst Sprengarbeit auf 2 oder 3 Strossen gewonnen, so dass der erste Angriff von der Firste erfolgt. Diese breiten Strecken sind sehr fest und bedürfen durchaus keines Ausbaues; auf ihrer Sohle hat man gusseiserne Rinnenschienenwege *(tram-roads)* vorgerichtet, auf denen das gewonnene Steinsalz bis unter den Schacht gefördert wird. Die Häuer erhalten für die Tonne, von etwa 1000 Kilogrammen, 2 Schilling oder 20 Sgr. Das reinste Steinsalz wird zu Northwich mit 16 Schilling (etwa $5\frac{1}{3}$ Thlr.) die Tonne verkauft. Die Baue können von dem Schachte aus sehr weit in's Feld getrieben werden, ohne dass man Brüche zu befürchten hätte. Wenn man diese Gruben verlässt, so füllen sie sich mit Wassern, welche die Steinsalzpfeiler zum Theil auflösen. Es entstehen dadurch

Brüche, die jedoch minder bedeutend sind, als man es nach dem weiten Umfange der Baue glauben sollte, indem einerseits die mit Salz gesättigten Gewässer sich in den Weitungen nicht wieder aufrischen, so dass die Pfeiler nur theilweise aufgelös't werden, und weil anderntheils das Dach der Weitungen durch den Druck der sie ausfüllenden Wasser gehalten wird.

Gewinnung des Steinsalzes zu Tieuze im Meurthe-Departement. — Das Steinsalzlager zu Tieuze hat eine Mächtigkeit von 5,20 Meter. Es ist söhlig und wird ebenfalls durch quadratische Pfeiler, die in der Grube zurückbleiben, abgebauet. Die in die Masse getriebenen Strecken oder Abbaue durchschneiden sich rechtwinklig; sie sind 6 Meter breit und 4,20 Meter hoch, so dass zwischen ihrer Firste und dem Dache des Lagers ein 1 Meter mächtiges Steinsalzmittel angebauet stehen bleibt. Die quadratischen Pfeiler sind 4,66 Meter stark. Man hat unter andern die Vorsicht angewendet, das Grubenfeld in Abtheilungen zu bringen, welche durch massive Scheider von 7 Meter Mächtigkeit voneinander zu trennen, welche nur mit 1,50 Meter breiten Oeffnungen versehen sind, in denen man leicht Verdämmungen anbringen kann, wenn die Wasser an einem Puncte der Grube einbrächen.

Die Gewinnung des Steinsalzes erfolgt auf 2 Strossen und mittelst der Sprengarbeit, und die Gewinnungskosten für die Tonne betragen etwa 2 Franc 32 Centimen, oder etwa 19 Sgr. (Wir verweisen auf die Abhandlung des Herrn Ingenieurs Levalois im 6. Bande der 3. Reihe der *Annales des mines.*)

Gewinnung der Gypslager in der Umgegend von Paris. — Die an mehreren Orten in der Umgegend von Paris abgebaueten Gypslager werden in hohe, mittlere und niedere Massen unterschieden. Erstere sind 15—18 und die zweiten 5—7 Meter mächtig. Die niedrigen Massen bestehen, bei einer Totalhöhe von etwa 12 Metern, aus wechselnden Lagern von Gyps, Mergel oder Thon.

Der Abbau der hohen und mittlern Massen erfolgt durch Grubenbaue und mit stehen bleibenden Pfeilern, sobald die Mächtigkeit des hangenden Gebirges den Tagebau zu kostbar macht. Bei diesem Grubenbaue verfährt man folgendermaassen: Von dem Tiefsten eines Richtschachtes aus treibt man zwei Strecken, die sich rechtwinklig durchschneiden, und deren Breite am Schachte 3 Meter beträgt, die sich aber nach und nach bis zu 5 Meter erweitern. Senkrecht auf diesen Vorrichtungsstrecken treibt man die Abbaustrecken, die ebenfalls 5 Meter breit und durch quadratische Pfeiler von 3 Meter Stärke voneinander getrennt sind. Der Streckendurchschnitt ist nicht rechteckig, sondern die Firste ist bogenförmig und die Wölbung beginnt in der Hälfte der Pfeilerhöhe. Ueber den Fersten der Strecken und Abbaue bleibt Gyps angebauet stehen.

Der Abbau kann nur mit einem Halbmesser von 50 Met. rings um den Schacht in's Feld getrieben werden. Die Pfeiler leiden alsdann, die Gewölbe senken sich, bekommen Risse, und es müssen die Gruben verlassen werden. Man sprengt darauf die Pfeiler mittelst Pulver, indem man mit dem Entferntesten vom Schachte beginnt, und bewirkt auf diese Weise das Zubruchegehen und die Ausfüllung der Baue. Wenn man diese Vorsichtsmaassregeln nicht anwendete, so würden die Pfeiler dem Drucke des hangenden Gebirges bald nachgeben, und es würde eine Reihe partieller Brüche entstehen, wodurch die öffentliche Sicherheit sehr leiden müsste. Bei dem Sprengen der Pfeiler kann man nur einen sehr geringen Theil des Gypses gewinnen.

Die Abbaue werden übrigens mit 2 oder 3 Strossen, je nach der Höhe der Masse betrieben, und die Firste wird oft durch Stempel unterstützt. Die angewendeten Berg-

bohrer gleichen den bandförmigen Bohrern bei'm Erdbohren und sind 3—4 Centimeter stark. Da der Gyps häufig zerklüftet ist, so lässt er sich weit leichter gewinnen, als das Steinsalz zu Northwich und Tieuze, welches eine fast gleichartige, dichte und unzerklüftete Masse bildet.

Auch der Grobkalk, der in der Umgebung von Paris viel vorkommt und als Baustein angewendet wird, wurde früher auf ähnliche Weise abgebauet; jetzt muss aber vor dem Stosse der Baue ein aus grössern oder kleinern Gesteinstücken aufgeführter, vollständiger oder stellenweiser Bergversatz aufgeführt werden. Diese aus trockener Mauerung bestehenden Pfeiler sind 2 Meter voneinander entfernt, und die verschiedenen Reihen dieser Pfeiler stehen auch 2 Meter auseinander. Ein Grubenfeld hat auch einen Halbmesser von etwa 50 Metern rings um den Schacht.

Zuweilen bauet man eine zweite Bausteinbank unter einer obern schon gewonnenen ab. Man nennt diese untern Steinbrüche doppelte. Jedoch kann man in denselben nur eine 2 Meter mächtige Masse gewinnen, und sie dürfen nur dann betrieben werden, wenn zwischen ihnen und den obern ein hinlänglich starkes Bergmittel stehen gelassen ist. Uebrigens werden sie auf dieselbe Weise, wie die obern, betrieben.

Dachschieferbrüche in der Umgegend von Fumay und von Rimogne in den Ardennen *). — Die Steinbrüche in der Umgegend von Fumay werden auf 5 Dachschieferschichten betrieben, welche durch Zwischenlager von Grauwacke getrennt sind. Die ganze Mächtigkeit der bauwürdigen Lager beträgt im Durchschnitt 10 Meter, von der die 5 Dachschieferschichten 7 bis 8 Meter betragen. Die untere Bank ist 2,88 Meter stark, darauf kommt eine Grauwackenschicht von 0,32 Meter, eine Schieferbank von 2,74 Meter, und andere minder mächtige Schieferbänke, welche mit feinkörniger Grauwacke oder dichtem Quarz wechsellagern. Am Ausgehenden haben die Schichten ein Fallen von etwa 30 Grad, allein das Fallen nimmt mit der Tiefe zu.

Die Schieferbänke haben ausser ihrer schieferigen Textur parallel mit den Schichtungsebenen Klüfte, oder vielmehr sie haben die Tendenz, sich nach zwei Systemen von Ebenen zu theilen. Die Richtung des erstern Systems, welche man die Ebene des Schnittes *(plant de la tranche)* nennt, ist fast dieselbe, wie die der Schichtung, nur ist das Fallen dieser Kluftebenen etwas grösser. Die Ebenen der leichten Theilung des zweiten Systems (*longrain* genannt) sind senkrecht und bilden einen Winkel von 25—30 Grad mit der Ebene, die auf dem Streichen der Schichten senkrecht steht. Zuweilen lässt sich auch der Schiefer leicht nach dem Streichen theilen, allein diess ist minder häufig der Fall. Das Hangende und das Liegende der Lagerstätte sind sehr fest.

Die Gewinnungsart dieser Dachschiefer ist folgende: Auf der untersten bauwürdigen, 10 Fuss mächtigen, Schicht geht man mit einer einfallenden Strecke, — *fourage* genannt, — nieder. Sie ist 4 Fuss breit, 5 bis 6 Fuss hoch, und hat bis 50 Fuss flache Länge. Sie dient dazu, den Bau oder die neue Arbeit zu eröffnen. Um diese neue Arbeit von der alten, darüber liegenden zu trennen, namentlich um die oberen Wasser abzuhalten, bleibt eine 20 Fuss starke Bergfeste — *nez* genannt, — durch die Länge des ganzen Grubengebäudes, nämlich in der Richtung des Streichens, stehen.

*) Es ist hierbei der Aufsatz der Herren von Oeynhausen und von Dechen in Karsten's Archiv, 1. Reihe, Band 9. S. 333 benutzt. Auch verweisen wir auf die Beschreibung des Dachschieferbruchbetriebes zwischen Rhein und Mosel von Herrn Jung in St. Goar in Villefosse Mineralreichthum, Bd. 5. S. 229 etc. H.

Nachdem die Fourage durch die Nez hindurch getrieben und etwas in's Feld gebracht worden ist, wird auf beiden Seiten derselben, längs dem Streichenden, die untere Bank, längs der Nez abgeschlitzt und eingekeilt. Mit diesem Abschlitzen und Eingerinnen fährt man fort, bis der Bau im Streichenden auf beiden Seiten eine Ausdehnung von etwa 50 Fuss erreicht hat. Gleichzeitig ist nun auch die Fourage etwa 50 Fuss in das Einfallende gebracht, dergestalt, dass auf jeder Seite derselben ein 50 Fuss breiter, 50 Fuss hoher Raum zum Abbaue vorgerichtet ist, innerhalb welchem die Schiefer in grossen Massen eingekeilt oder eingeschlossen werden, mit Ausnahme zweier Pfeiler, jeder 20 Fuss im Quadrat stark, welche 30 Fuss unter der Nez stehen bleiben, und zwar der eine unmittelbar an der Fourage, der andere 30 Fuss von derselben entfernt. Ist auf diese Weise die untere, 10 Fuss mächtige Dachschieferschicht eingewonnen, so nimmt man auf dieselbe Art die höheren Schichten, indem sich die Sohle nach und nach, durch die abfallenden Trümmer erhöhet.

Bei der Gewinnung der Schiefer ist noch Folgendes zu bemerken. Die Richtung nach den Einfallen wird *long grain*, die nach dem Streichenden *terre vesin* genannt. Das Einkeilen der Schiefer muss nach der ersten Richtung geschehen, weil man nach der andern keine grossen Stücken erhalten würde, wegen der Klüfte, welche die Schieferschichten durchsetzen.

Man erhält durch dieses Einkeilen grosse Blöcke, welche in kleinere Massen zertheilt, zuweilen auch zerschossen werden. Diese kleineren Stücken werden dann von den Förderjungen auf dem Rücken aus der Grube zu Tage getragen und daselbst weiter zu Dachschiefern verarbeitet.

Ist der Raum auf die vorhin beschriebene Art ausgebauet, so setzt man neue Fouragen, längs dem Streichenden der Nez an, soweit sich die Baue im Streichenden ausdehnen lassen. Ist man demnächst genöthigt, tiefer niederzugehen, so werden die Fouragen noch 40 Fuss verlängert, oder auch neue angesetzt, und auf ähnliche Art noch ein 40 Fuss hoher Raum unter dem stehen bleibenden Pfeiler weggenommen. Alsdann bleibt abermals eine 20 Fuss hohe Nez stehen, unter welcher der Bau auf die vorhin beschriebene Weise wieder eröffnet wird.

Von einer Nez zur andern ist daher ein Raum von 90 bis 100 Fuss, und zwischen je zwei solchen Längenpfeilern befindet sich eine Reihe isolirter Pfeiler, auch ist ein grosser Theil des Raumes mit Schutt ausgefüllt, so dass überhaupt wenig oder fast gar keine Zimmerung erforderlich ist. Einige flache Schächte, mit treppenförmigen Absätzen, zur bequemeren Befahrung vorgerichtet, dienen theils zur Förderung, theils zum Wetterwechsel. Wegen der grossen offenen Räume leiden solche Baue indess nicht leicht Wettermangel.

Nach einem Grubenbilde der beschriebenen Grube, war die Stellung der Pfeiler zwischen der Nez und selbst die Richtung dieser Nez nicht sehr regelmässig, vielmehr scheint es, dass man sich mehrentheils nach der Localität richtet. Auf dem Grubenbilde waren fünf solcher Nez vorhanden, nach Angabe der Arbeiter sollten deren aber neun vorhanden seyn. Hieraus lässt sich auf die bedeutende Teufe schliessen, welche diese unterirdischen Brüche erreichen, eine Teufe, die um so bedeutender erscheint, als die Baue auf der Sohle des tiefen Maasthals angesetzt sind.

Die Wasserhaltung dieser Grube wird durch ein sehr gut construirtes oberschlächtiges Wasserrad mit einer gegossenen eisernen Welle bewirkt. Diese setzt ein Vorgelege in Bewegung, an welchem sich, statt der Krummzapfen, vier excentrische

Scheiben befinden, durch welche ebenso viele geschmiedete eiserne Schachtgestänge in Bewegung gesetzt werden. Die Pumpen liegen theils flach, theils stehen sie in einem seigeren Schachte. Ein Theil der Grubenwasser wird der Hauptwasserhaltung auch durch Handpumpen zugehoben.

Die Anfertigung der Dachschiefer geschieht im Gedinge. Ein geschickter Arbeiter soll an einem Tage bis 2½ Franc Lohn verdienen können, welches sich jedoch auch nach der Grösse des vorhandenen Absatzes richtet. Der Schiefer wird zuerst in Gestalt grosser Prismen gewonnen, oft 60 bis 100 Meter lang. Darauf werden dieselben in der Grube nach dem *long grain* getheilt und nachher über Tage in die Dachschieferform gebracht. Die gewöhnliche Dicke eines Dachschiefers beträgt 0,25 Centimeter (etwa 2¼ Linie rhein.).

Zu Rimogne beträgt das Fallen der bauwürdigen Schichten 40—45 Grad. Die grosse Dachschiefergrube bei Rimogne bauet auf einem mehr als 38 Meter mächtigen Lager; die kleineren hingegen auf einer, wenigstens 15 Meter mächtigen Bank, welche von ersterer weiter gegen Süden liegt und noch durch mehrere kleine Zwischenbänke von derselben getrennt wird. Die grosse Grube hat eine senkrechte Teufe von 233 Metern, und eine Längenausdehnung von 100 Metern erreicht. Die kleinere bauet nur in 133 Meter Teufe und in einer Längenausdehnung von 65 Metern.

Die Gewinnung ist auf beiden Gruben gleich. Man geht mit einem, in der Regel, auf dem Liegenden des Lagers geführten Schachte, durch die alten Arbeiten, bis in das unverhauene Feld. Hier nimmt man die Bank in der ganzen bauwürdigen Mächtigkeit weg, hier und dort Bergfesten stehen lassend. Diese letzteren haben, in der Regel, 7 bis 10 Meter Stärke, während die ausgehauenen Räume im Streichen und Fallen eine Längenausdehnung von 20 bis 30 Meter haben.

Man geht zuerst in das Einfallende und dehnt dann den Bau im Streichenden aus. Um nach dem Einfallen zu arbeiten, fängt man damit an, einen Gang, 1,3 Meter breit und 0,65 Meter hoch, in der Mitte des wegzunehmenden Pfeilers und etwa in der Mitte der Bank zu eröffnen.

Bei geringer Mächtigkeit des Lagers macht man diesen Gang unter dem Dache. Die Arbeit geschieht mit der Spitzhacke (*pic*) und man erhält hierbei nur Staub oder Schutt. Wenn dieser Gang gemacht ist, oder vielmehr in dem Maasse, wie derselbe fortschreitet, werden auf der ganzen Länge desselben und auf die Höhe von 0,65 Met., kleine Stufen, 0,24 bis 0,3 Meter hoch und breit gemacht, welche man wegnimmt, um demnächst daraus die Schiefer zu gewinnen, indem man sie nach ihrer Dicke, oder gemäss der Schichtung theilt. Die Stufen werden mittelst eines halbkreisförmigen Einschnittes nach Unten und nach den Seiten gemacht. Die noch ansitzende lange Seite der Stufe bricht demnächst bei dem Einkeilen von selbst ein.

Durch dieses Verfahren, welches man *crabotage* nennt, ist auf der ganzen Länge des abzubauenden Feldes ein Einschnitt, 0,65 Meter hoch, gebildet, der nur noch bis zum Dache und bis zur Sohle erweitert werden muss.

Die Aushöhlung bis zur Sohle geschieht in rechtwinklichen Prismen, *longueresses* genannt, 3,33 Meter lang dem Einfallenden und der möglichst grössten Länge folgend.

Diese Prismen werden stufenweise weggenommen, in Gemässheit der Dicke, welche man ihnen geben kann, welche von 0,03 bis 0,33 Meter wechselt. Man trennt sie auf den drei Seiten durch senkrechte Schnitte, wenn keine Klüfte, — *avantages*, —

vorhanden sind. Die Prismen werden darauf mit Keilen losgesprengt. Dergestalt befinden sich 6 bis 7 Longueresses rückspringend, eine über der andern, welche man gleichzeitig wegnimmt.

Das Wegnehmen in dem Hangenden geschieht ganz auf dieselbe Weise. Die Keile werden immer horizontal, oder vielmehr gemäss der Schichtung eingetrieben, damit die Massen nach der Schicht *(suivant le long grain)* brechen.

Obgleich, in der Regel, nur mit dem Spitzhammer gearbeitet wird, so muss doch zuweilen, da wo Knoten oder Wellen vorkommen, mit Pulver gesprengt werden. Es geschieht aber doch so selten, als möglich, um Erschütterungen zu vermeiden.

Die Longueresses werden demnächst in mehrere Prismen getheilt, aus welchen die Schiefer geschlagen werden. Dies Zertheilen geschieht in der Grube, und von den Abfällen erhöht sich die Sohle. Man steigt auf Fahrten in die Grube. Die Arbeiter fahren dreimal zu Tage, und jeder nimmt alsdann die gewonnenen Schiefer mit heraus.

Ausser dem donnlägigen Fahrschachte haben die Schiefergruben noch einen zum Theil seigeren, in welchem die Wasser gehalten werden. Der auf der grössten Grube ist 133 Meter seiger tief, und geht dann flach auf dem Lager nieder. Vier Wasserräder, von 3 bis 5 Meter Durchmesser, setzen die Pumpen in demselben in Bewegung. Das Wasser fällt von einem Rade auf das andere und setzt dann noch die Räder auf der kleinen Schiefergrube in Bewegung.

Die Grubenwasser kommen meistens von Tage. Ihre Menge liesse sich vielleicht durch Ausfüllung der Tagebrüche und durch zweckmässig vorgerichtete Abzugsgräben über Tage ansehnlich vermindern. Der Grundwasser sind so wenig, dass man die obern Wasser in einem Bassin auffängt.

Man bedient sich in der Grube meistens der Talglichter. Wegen der grossen Weitungen sind die Wetter immer gut.

Abbau mächtiger Steinkohlenflötze durch quadratische Pfeiler. — Wir bemerkten, dass die Abbaumethode mit stehenzulassenden Pfeilern wenig zweckmässig bei mächtigen Steinkohlenflötzen sey, sowohl wegen der Grubenbrände, die in dem alten Mann entstehen können, als auch wegen der geringen Festigkeit der Kohle. Dennoch wird ein solches Verfahren unglücklicherweise an noch vielen Orten befolgt, wiewohl, wenn es mit Einsicht angewendet wird, es noch etwas vortheilhafter seyn kann. So muss man sich bei dem Abbaue eines mächtigen Steinkohlenflötzes mittelst dieser Methode wohl hüten, die Masse auf einer grossen Strecke von den Puncten aus, wo sie mit Tageschächten oder Tagestrecken ausgerichtet worden ist, zu durchfahren, weil man alsdann genöthigt wäre, ausserordentlich starke Pfeiler stehen zu lassen, welche ebenfalls nicht immer Brüche zu verhindern im Stande seyn würden; auch kann man am Ende des Betriebes einer Grube nur sehr wenig von den stehengelassenen Kohlen rauben oder gewinnen. Wenn übrigens die Lager ein etwas starkes Fallen haben, so ist es sehr häufig der Fall, dass die ganze Masse der Pfeiler auf ihren Basen gleitet, weil die Steinkohlen oft gar keinen Zusammenhang mit dem liegenden Gesteine haben, von welchem sie im Gegentheile durch eine sehr glatte, hin und wieder spielende Oberfläche getrennt sind, eine Oberfläche, die so glatt ist, dass man bei einem Fallen von 15—16 Grad sich kaum stehend darauf erhalten kann. Dennoch war diese sehr nachtheilige Abbaumethode bei fast allen mächtigen Steinkohlenflötzen des mittlern und des südlichen Frankreich's angewendet, namentlich bei denen des Beckens von Saint-Etienne. Das Resultat davon war, dass man nur einen geringen Theil des vorhandenen Brenn-

materials gewinnen konnte, dass der übrige Theil sich entzündete, wenn er nicht unter Wasser gesetzt war, und dass er in den Brüchen zurückgeblieben ist, auf denen ein vortheilhafter Bau betrieben werden könnte.

Unmöglichkeit, mächtige und stark fallende Steinkohlenflötze durch stehenbleibende Pfeiler abzubauen. — Wollte man die Steinkohlen auf eine solche Weise abbauen, so müsste diess offenbar mit getrennten Kammern oder Abtheilungen geschehen, und man müsste damit anfangen, zu den Grenzen des Grubenfeldes zu gelangen, ehe man die Masse von den Strecken oder Schächten aus vorrichtet. Bei starkfallenden und mächtigen Flötzen sind zahlreiche Unglücksfälle und ein ungeheurer Kohlenverlust gar nicht zu vermeiden. Wären die Abbaue oder Strecken in der Schichtungsebene der Lagerstätte getrieben, so würde man offenbar ein Gleiten der Pfeiler auf ihren Grundflächen nicht vermeiden können. Würden die Abbaue querschlägig auf diesen Ebenen getrieben, so würde man mehrere Abbaustockwerke übereinander erhalten, und es würde gar nicht zu vermeiden seyn, dass die Pfeiler der verschiedenen Stockwerke nicht immer genau übereinander ständen, wodurch nothwendig bedeutende und sehr gefährliche Brüche veranlasst werden würden.

Abbau des Flötzes, Ten yards coal genannt, bei Dudley. — Wir erwähnen hier eine Abbaumethode, welche bei Dudley in England angewendet wird, als ein Beispiel dessen, wie man besser oder vielmehr minder schlecht verfahren kann, wenn man ein mächtiges und fast söhliges Steinkohlenflötz mit stehenzulassenden Pfeilern abbauen will. Das Ten yards coal genannte Flötz hat eine Mächtigkeit von 10 Yards oder 30 Fuss. Es ist durch Schichten von bituminösem Schiefer von 2—24 und 34 Zoll Mächtigkeit in mehrere Bänke getheilt. Es liegt nur in mässiger Teufe unter Tage und ist durch 2 kreisrunde nahe beieinander liegende Richtschächte mit Ziegelsteinmauerung ausgerichtet. Alle beide werden oft zur Förderung der Steinkohlen benutzt und wenden eine und dieselbe Fördermaschine an. Ein andermal dient nur der eine zur Förderung und der andere zur Wetterführung. Von dem Förderschachte aus treibt man eine streichende oder schwebende Strecke, Fig. 7, Taf. 22. Diese Strecke, die man, indem man sie treibt, in zwei theilt, folgt dem Liegenden des Flötzes. Sie dient zu gleicher Zeit zur Förderung und zur Wetterführung. Ihre Höhe ist zur Pferdeförderung hinreichend, und um die sehr bedeutenden Kosten der Zimmerung zu vermeiden, bauet man in der Firste festes Kohl an. Sie wird auf folgende Weise getrieben:

Die Wetter- und die Förderstrecke, welche von zwei benachbarten Schächten, oder von zwei Abtheilungen eines und desselben Schachtes ausgehen, liegen einander so nahe, dass ihre Ulmen *a* und *b* nur 2—3 Fuss voneinander entfernt liegen; die äussern Ulmen *a'* und *b'* liegen etwa 5¼ Lachter voneinander entfernt. Die Höhe dieser Strecken *aa'* und *bb'* beträgt 2½—3 Lachter, oder fast die halbe Mächtigkeit des Flötzes. Sechs Arbeiter werden vor den Ortstoss auf eine Länge von 5¼ Lachter *a' b'* gelegt und treiben unmittelbar auf der Sohle des Flötzes einen etwa 2 Fuss hohen Schram. Dieser Schram wird immer 2½—3 Lachter dem Ortsstosse vorangetrieben, wobei die Häuer auf der Seite liegen. Die Förderung der kleinen Kohlen, welche bei dem Schram gewonnen werden, und welche den Arbeitern hinderlich seyn würden, geschieht durch Kinder mittelst kleiner Schlitten. Zur Sicherung, wenn das Dach nicht ganz fest ist, lässt man einige schmale Kohlenpfeiler stehen, oder man bringt einige Stempel von Steinen hinein. Ist der Schram tief genug, so werden die Pfeiler oder

Stempel weggenommen, und man lässt dann den Stoss 1 oder 2 Tage ruhig stehen. Die Steinkohlenmasse über dem Schram senkt sich durch ihr eigenes Gewicht, es entstehen söhlige Spalten zwischen der Kohle und den Schieferthon-Zwischenlagern, allein die Masse bricht noch nicht herein. Die Häuer schlitzen alsdann die Unterbank des Kohls zu beiden Seiten und nehmen sie herein. Das dazwischen befindliche taube Gestein wird ausgehalten, um zur Aufführung eines Scheiders zwischen der Förderbahn und der Wetterstrecke angewendet zu werden. Darauf wird die Oberbank geschlitzt und hereingebrochen, und sofort, bis das Stück der Strecke, soweit der Schram geht, getrieben worden ist.

Der Streckenbetrieb wird auf dieselbe Weise fortgesetzt, indem man einen neuen Schram führt, schlitzt und das Kohl hereinnimmt, während andere Arbeiter den Scheider zwischen Förder- und Wetterstrecke aufführen, die Schienen zur Förderung legen u. s. w.

An gewissen Puncten lässt man zwischen den beiden Strecken Steinkohlenpfeiler stehen, welche ebenso mächtig, als der gemauerte Scheider, sind. Es versteht sich von selbst, dass man an solchen Orten, wo man die Pfeiler stehen lässt, 4 statt 2 Schlitzen führen muss, und dass diese Pfeiler einander um so näher stehen müssen, je weniger taubes Gestein der Streckenbetrieb liefert, von welchem die Mauern zwischen den Pfeilern aufgeführt werden können.

Wenn die Förderstrecke die Grenze des Grubenfeldes erreicht hat, so treibt man an ihrem Ende Strecken, welche zu den Abbauen führen. Jeder Abbau, Fig. 8, Taf. 22, umfasst einen Raum von etwa 32 Yards Weite und von einer Länge, welche die Breite zwei oder drei Mal übersteigt. Man gelangt durch eine oder zwei Strecken G, G' dahin, die, wie schon bemerkt, von der Förderstrecke ausgehen und nur so breit sind, als es die Wagenförderung erfordert. Zu dem Puncte gelangt, wo man den Abbau ABC vorrichten will, beginnt man mit einem Streckenbetriebe, entweder in der Verlängerung von G, oder von G', oder querschlägig auf diesen. Man treibt diese Strecke 12 Yards weit und belegt ihren Stoss mit 6 Mann, führt einen Schram und verfährt überhaupt ebenso, wie wir weiter oben bei dem Betriebe der Hauptstrecke bemerkt haben. Sechs Häuer schrämen, während andere schlitzen und die Oberbank hereintreiben, welches dem Ortsbetriebe das Ansehen eines Firstenbaues giebt. Auch wird die Kohle bis zum Dache des Flötzes herein gewonnen. Die Arbeiter stehen dabei auf dem tauben Gesteine, welches als Zwischenlager des Steinkohlenflötzes vorkommt, oder sie bauen sich Gerüste. Wenn das verschrämte und geschlitzte Kohl nicht schnell genug gewonnen werden kann, so wendet man lange Brechstangen an. Das Schrämen, welches eine mittlere Breite von 12 Yards hat, wird in der Richtung der Breite des Abbaues höchstens bis auf 33 Yards getrieben. Darauf führt man 2 Schräme in senkrechter Richtung auf den erstern und an den Enden desselben, die ebenfalls 12 Yards breit sind und folglich einen 9 Yards breiten Kohlenpfeiler zwischen sich lassen.

Die beiden Schräme werden auf eine Länge vorwärts getrieben, die der zwei- oder dreifachen Breite des Abbaues gleich ist. In dem Maasse, als das Schrämen vorschreitet, schlitzt und treibt man die Kohle herein. Endlich durchschneidet man den langen Pfeiler so, dass 2, von 9 Yards, in Quadrat daraus entstehen, auch lässt man oft kleine Seitenpfeiler stehen, die 5 Yards in Quadrat stark sind. Diese letztern Pfeiler werden aber weggenommen, sobald man einen Abbau verlässt, um nicht wieder da-

hin zurückzukehren. Jeder Abbau hat stets eine Reihe von 2, 3, höchstens 4 neun Yards starken Pfeilern, welche man stehen lässt, sobald der Abbau aufgegeben wird.

Ist ein solcher Abbau erschöpft, so richtet man zu seiner Seite einen andern vor, indem man zwischen beiden einen langen und 4 bis 5 Yards mächtigen Kohlenpfeiler, Ribb genannt, stehen lässt. Sobald ein Abbau verlassen worden ist, verschliesst man seine Zugänge sehr sorgfältig, damit kein Luftzutritt stattfinde, welcher eine Entzündung der Steinkohlen veranlassen könnte.

Die hier beschriebene Abbaumethode ist ausserordentlich gefährlich. Die Brüche, welche man veranlasst, dehnen sich zuweilen viel weiter aus, als man es vorher sehen kann und tödten mehrere Arbeiter. Die kleinen Steinkohlen sind gänzlich verloren, welches man als einen geringen Nachtheil ansieht; allein die starken Pfeiler in der Mitte der Abbaue, und die Pfeiler, welche die verschiedenen Abbaue trennen, sind ein weit wesentlicherer Verlust. Die zur Wetterführung erforderliche Luft gelangt durch die untern Strecken *G* und *G'* in die Abbaue; sie strömt aus dem obern Theile durch Oeffnungen aus, welche mit einer Strecke in Verbindung stehen, welche an dem Dache des Flötzes, in der den Abbau umgebenden Kohle, im Voraus getrieben worden ist, und welche mit dem Wetterschachte durchschlägig ist. Sind schlagende Wetter in der Grube vorhanden, so ist es am Zweckmässigsten, die Wetterstrecken eines jeden Abbaues in directe Verbindung mit dem Schachte zu setzen, aus welchem die Wetter ausziehen.

Die Schrämarbeiter können in ihrer Schicht 10 Quadratfuss, d. h., 5 Fuss lang und 2 Fuss breit, schrämen, die andern Arbeiter stehen im Tagelohne oder im Gedinge und werden von einem Entrepreneur bezahlt, welcher die gewonnene Steinkohle für ein Gewisses die Tonne bis zum Schachte liefert. Alle Arbeiter einer Grube sind gewöhnlich in einer oder höchstens in zwei Abbauen vereinigt. In der Steinkohlengrube von Ley's Eisenwerk gewannen 21 Arbeiter, mit Einschluss der Kinder, welche die Förderpferde führten, aus einem einzigen Abbaue mit zwei Zugängen und mit drei quadratischen Pfeilern 50,000 Kilogramm Steinkohlen täglich. Nur die Stückkohlen werden gefördert, alle kleinen Kohlen bleiben in den Bergen zurück. Nimmt man an, dass die Abbaue drei Pfeiler haben, und dass sie durch 5 Yards mächtige Pfeiler voneinander getrennt sind, so kann man rechnen, dass auf 3040 Quadratyards, in der Ebene des Flötzes gemessen, der Durchschnitt der Pfeiler 808 Yards umfasst, d. h., etwa $\frac{1}{4}$ von der ganzen Oberfläche. Es ist gar keinem Zweifel unterworfen, dass die als verloren zurückbleibenden Steinkohlen ein noch weit höheres Verhältniss einnimmt und oft vielleicht die Hälfte von dem Ganzen übersteigt.

Gewinnung des Salzes durch Auslaugen des salzführenden Gebirges. — Wie wir schon aus dem Obigen ersahen, findet sich das Salz nicht immer in Schichten und Lagen von einer gewissen Mächtigkeit und von mehr oder weniger Reinheit in dem Schoosse der Erde; im Gegentheil ist es oft in Adern, Nieren, oder kaum bemerkbaren Körnchen im Thon oder Gyps vorhanden, aus denen man es durchaus nicht mechanisch trennen kann. Man muss daher eine eigenthümliche Gewinnungsart anwenden, welche schon seit Jahrhunderten bekannt ist, und die darin besteht, das Steinsalz von der unhaltigen Gebirgsart, in den Gruben selbst, durch den einfachen Process des Auslaugens zu trennen, und dadurch das Salz als möglichst concentrirte Sohle zu erhalten.

Diess Verfahren findet besonders zu Berchtesgaden in Baiern, zu Hallein im Salzburgischen, im Oestreichischen Salzkammergute (zu Ischl, Hallstadt und Aussee), und zu Hall in Tyrol statt. Wir beschreiben hier den Betrieb des Salzbergbaues zu Berchtesgaden, indem dasselbe, nach der Meinung eines competenten Richters, des Geheimen Oberbergraths Dr. Karsten zu Berlin, als ein Muster für diese eigenthümliche Bergbaumethode aufgestellt werden kann *).

Das salzführende Gebirge zu Berchtesgaden besteht im äussersten Hangenden aus blaugrau Thone, in welchem Thonkugeln, Gypslagen, und hin und wieder Streifen von Steinsalz, ohne Gesetz und Ordnung durcheinander liegen. Man nennt diess Gebirge das Haselgebirge. Nach dem Liegenden zu pflegt der Salzgehalt des Thones zuzunehmen, und oft kommt das Steinsalz dann in grossen Massen aushaltend und rein vor, ist aber immer wellenförmig gelagert. Diese Salzmassen wechseln mit Nestern von Thon, von Hasselgebirge oder blindem (taubem, unhaltigem) Gebirge, und von unreinem, nämlich mit Thon und Gyps oder durchzogenem Steinsalz, jedoch ohne alle wahrnehmbare Ordnung, und am Wenigsten in einer bestimmten Schichtung oder in einer wiederkehrenden Folgereihe, so oft und wiederholt ab, dass das Vorkommen von aushaltend reinen Steinsalzmassen, nach der Richtung des Hangenden des Lagers und in den obern Teufen, eine grosse Seltenheit ist. Jene unhaltigen und armen Mittel halten oft mehrere Lachter lang aus und setzen in grosse Teufe nieder, so dass sie zuweilen in verschiedenen Sohlen mit den Hauptstollen angefahren werden. Weiter nach dem Liegenden und in grösserer Teufe nimmt der Salzgehalt des Gebirges zu, und nach dem bisherigen Verhalten ist man zu der Vermuthung berechtigt, dass man das Steinsalz immer mehr in reinen Massen erhalten werde, jemehr man sich dem Grundgebirge nähert, und jemehr sich der Bau in künftigen Zeiten in die Tiefe erstrecken wird. Im Allgemeinen ist der Berchtesgadener Salzberg weit reicher und reiner, als der zu Hallein und im Oestreichischen Salzkammergute. Desshalb kann man auch auf mehreren Puncten in der Grube einen Bau auf Steinsalz führen, der jedoch in neuern Zeiten sehr beschränkt ist.

Dass die Art der Gewinnung des Salzes, mittelst Auslaugens, oder Aufsiedens der Berge, schon uralt seyn müsse, beweist das sogenannte Heidengebirge, nämlich der ausgelaugte Rückstand des Gebirges, welches auf dem Halleiner Dürrenberge zuweilen mit Strecken angefahren, oder in den entstehenden Grubenweitungen angetroffen wird. Die ältesten Auslaugvorrichtungen waren sehr unvollkommen, und erst nach und nach ist man auf die jetzige Verfahrungsweise gekommen. Sowie überhaupt bei'm Bergbaue, so ist auch hier die grösste Ordnung und Regelmässigkeit in den zur Gewinnung der Naturerzeugnisse abzweckenden Vorrichtungen das sicherste Mittel zu einer reinen und vollkommenen Gewinnung.

Das Salzthongebirge lässt kein Wasser durch, und alle Wasser in der Grube rühren bloss von den hangenden Gebirgslagen her, welche oft sehr wasserreich zu seyn pflegen. Die Abführung dieser Grubenwasser erfordert grosse Vorsicht, damit sie nicht von den obern Strecken oder Stollen abfallen, in die Grube treten, und das Gebirge an Puncten angreifen, deren Abätzung nachtheilig, oft vielleicht höchst gefährlich werden

*) Herr Combes sagt im Original nur wenig über den Gegenstand. Ich ziehe es vor, hier Karsten (metallurgische Reise, S. 78 etc.) zu folgen. Der Bergbau zu Hallein ist beschrieben von Schroll in v. Moll's Jahrbüchern der Berg- und Hüttenkunde, Bd. I. S. 199, und in Villefosse Mineralreichthum, deutsche Ausgabe, II. S. 401, nebst Plan und Durchschnitt auf Taf. XII. Der Bergbau zu Hall in Tyrol von Kopf in Karsten's Archiv. 2. Reihe, Bd. 15.
Hartmann.

konnte. Weil man indess das Wasser zum Auslaugen (Aufsieden) des Gebirges nothwendig bedarf, so werden die, in den hangenden Gebirgsschichten erschrotenen Wasser sorgfältig in Röhren gefasst, um sie, nach Umständen, als Speisungswasser in die Grube zu leiten, oder sie abzuschlagen und durch Röhren aus den Stollen abführen zu können. In der Regel reichen die Grubenwasser (Selbstwasser) zum Betriebe aller Auslaugekammern nicht hin, sondern man ist genöthigt, Tagewasser mit zu Hülfe zu nehmen, welche gewöhnlich durch donnlägige Schächte (Tagschürfe), die bis zur Sohle des obersten Stollens abgesunken sind, vermittelst einer hölzernen Röhrenfahrt in die Grube geleitet werden.

Die Eigenschaften des Salzthongebirges, kein Wasser durchzulassen, und in sehr grossen Weitungen, ohne alle Unterstützung durch Zimmerung oder Mauerung, zu stehen, machen die regelmässige Anlage und den Betrieb der Auslaugekammern (Sinkwerke in Berchtesgaden, Wehren oder auch Sulzenstücke im Oesterreichischen) möglich. Es kommt nämlich nur darauf an, sich von allen Seiten geschlossene Räume zuverschaffen, denen der erforderliche Bedarf an süssem Speisungswasser zugeführt, und aus welchen das mit Salz gesättigte, vergütete Wasser, oder die Soole, wieder abgezapft werden kann. Diesen Zweck erreicht man in der Hauptsache dadurch, dass man den zur Auslaugung bestimmten Raum mit einer obern und einer untern Strecke in Verbindung setzt, ihm durch die obere Strecke das Speisungswasser zuführt, und die gesättigte Soole durch die untere, mit Lettendämmen gegen das Sinkwerk zu wohlverwahrte Strecke, vermittelst einer, aus solcher durch die Lettendämme in das Sinkwerk führenden Röhrenleitung, wieder ablässt.

Man hat es ziemlich in seiner Gewalt, die Ausdehnung und Gestalt der Sinkwerke zu bestimmen; denn wenn solche ganz mit Wasser angefüllt sind, so greift dieses nur den Himmel oder die Förste an, die Stösse oder Seitenwände (Ulmen) aber wenig, und die Sohle, weil diese von dem herabfallenden Thone, dessen Salztheilchen aufgelös't sind, verschlämmt wird, gar nicht. Soll sich daher ein Sinkwerk mehr nach der Richtung der Länge und Breite ausdehnen, so muss es nicht ganz mit Wasser angefüllt werden, oder das Wasser muss nicht bis an den Himmel reichen. Hat es schon die gehörige Ausdehnung erlangt, so wird nur der Himmel verätzt, welches man dadurch bewirkt, dass der Wasserstand im Sinkwerke immer bis zum Niveau des Himmels erhalten wird. Dass es aber dennoch unmöglich ist, die Erweiterungen des Sinkwerks in den Seitenstössen gänzlich zu verhindern, und überhaupt keine ganz regelmässige Gestalt der Sinkwerke zu erzwingen, leuchtet leicht ein. Je salzreicher das Gebirge ist, desto stärker wird es an diesen Puncten angegriffen, so dass man solche Stellen zuweilen, nachdem die Sinkwerke abgelassen sind, durch Lettendämme schützen muss, um keine zu grossen Weitungen nach der einen, und ein zu starkes Stehenbleiben der Wände nach der andern Seite zu veranlassen. Uberhaupt ist der Thon ein vortreffliches Mittel, wenn es darauf ankommt, sich auf dieser oder jener Stelle vor der zu starken Einwirkung des Wassers zu schützen.

Die Höhe des Wasserstandes im Sinkwerke muss sehr sorgfältig und oft mehrere Male täglich beobachtet werden, um nicht zuviel oder zuwenig Wasser in das Sinkwerk zu leiten (anzukehren). Zuwenig Wasser, welches den Himmel nicht erreicht, ätzt nur die Seitenstösse ab, und erweitert die Sinkwerke zu sehr, welches man nur bei den nicht gehörig ausgeweiteten Sinkwerken absichtlich herbeiführt. Zuviel Wasser (Ueberhimmel) dringt in die Gebirgsschichten der Förste ein und bewirkt

kein vollkommenes Verätzen des Himmels, sondern ein Ablösen und Abweichen der ganzen Förstendecke, die dann auf die Sohle des Sinkwerks fällt (Gefälle macht). Solche Brüche oder Gefälle sind desswegen höchst nachtheilig, weil der Salzgehalt der niedergefallenen Massen verloren geht. indem auf der Sohle keine Auslaugung stattfindet.

Aus dem angegebenen Verfahren bei der Behandlung der Sinkwerke geht hervor, dass vorzüglich nur die Förste oder der Himmel angegriffen werden. Ein angekehrtes, d. h., mit Wasser angefülltes, Sinkwerk muss so lange, als die Abätzung des Himmels erfolgt, immer neue Wasserzuschüsse, obgleich fast nur tropfenweise, erhalten, damit das Wasser stets im Niveau des Himmels bleibe. Sobald der Sättigungspunct eingetreten, oder das Wasser hinlänglich vergütet ist, sobald es nämlich einen Salzgehalt von 26,15 Procent erhalten hat, findet keine Abätzung mehr statt, und diess ist der Zeitpunct, das Ankehren des Sinkwerks (Einlassen des Wassers) ganz einzustellen, und die Soole, nach Umständen, abzulassen, oder das Sinkwerk ganz oder theilweise, mit Soole gefüllt, zur Reserve stehen zu lassen; denn das völlig vergütete Wasser wirkt nicht mehr auf das Gebirge.

Die nothwendige Folge dieser Behandlung der Sinkwerke ist, dass sie sich besonders stark von der Sohle bis zur Förste erweitert, oder dass sie in die Höhe wandert. Sehr oft angekehrte Sinkwerke reichen daher mit ihrem Himmel bis an die obern Stollen, obgleich sie ursprünglich in einer tiefern Stollensohle angelegt waren. Weil indess der Theil des Salzgebirges, welcher aus Thon und Gyps besteht, unaufgelös't auf der Sohle des Sinkwerks zurückbleibt, so erhöhet sich dieselbe zuweilen in eben dem Verhältnisse, in welchem der Himmel in die Höhe geht. Jedoch ist diess nicht immer der Fall.

Es muss daher vor dem neuen Ankehren eines Sinkwerkes das ursprüngliche Verhältniss der Entfernung der Sohle vom Himmel, ungefähr 7 Fuss, wiederhergestellt werden. Nachdem ein Sinkwerk ganz trocken geworden ist, wird zur Säuberarbeit geschritten. Hat sich das Verhältniss nicht oder wenig geändert, so wird der Säuberberg bloss eingeglichen, d. h., die Sohle geebnet. Hat sich die Sohle dem Himmel zu sehr genähert, oder es sind Gefälle entstanden, so muss der Säuberberg fortgeschafft und in besondern Plätzen in der Grube, den Fassstätten, aufbewahrt werden. Im entgegengesetzten Falle wird die Sohle mit Bergen aus andern Theilen der Grube erhöhet; denn eine zu grosse Höhe des Wasserstandes könnte einen Dammdurchbruch veranlassen und den Ruin der Grube herbeiführen.

In demselben Verhältnisse, wie sich Sohle und Himmel in einem Stockwerke erhöhen, müssen auch die Lettendämme in der Strecke, welche aus dem Stollen zum Ablassrohre für die Soole führt, in die Höhe genommen werden. Zu Berchtesgaden sind zur grössern Sicherung immer zwei Lettendämme, einer hinter dem andern, vorhanden. Der hinterste Damm befindet sich unmittelbar da, wo die Strecke mit dem Sinkwerke in Verbindung steht (Letten- oder Schlammtruhe). In einer Entfernung von zwei Lachtern von diesem Damme ist der zweite Lettendamm (Kränzel oder Flugen) aufgeführt. Beide Dämme zusammen werden Wehrdämme genannt. Der zwei Lachter lange Theil der Strecke zwischen beiden Dämmen — Langofen — wird ebenfalls verlettet *). Der Langofen und die beiden Dämme bilden zusammen das

*) Die Zubereitung des Lettens ist für den Betrieb der Sinkwerke von der grössten Wichtigkeit, weil auf die Haltbarkeit der Dämme Alles ankommt. Das Verletten ist eine Art von Puddelarbeit, zu welcher der fetteste und reinste

Wehrwerk. — Hat ein Sinkwerk sich schon bedeutend über der ursprünglichen Sohle erhoben, so würde die Säuberung desselben, in dem Falle, wenn viele Säuberberge und Gefälle fortzuschaffen wären, das Wegreissen des ganzen Wehrwerks bis zur Sohle der Strecke, durch welche das Sinkwerk mit den Stollen in Verbindung steht, nothwendig machen. Um diese kostbare Arbeit zu ersparen, wird, in einiger Entfernung von dem vordersten Lettendamme, in der Strecke ein Roller oder ein kleiner Schacht (Schüttpütte, Säuberrohr) mit den Lettendämmen gleichzeitig in die Höhe geführt, so dass das Wehrwerk nur bis zu der jedesmaligen Höhe der Sohle des Sinkwerks weggenommen werden darf, und der Säuberberg durch das Säuberrohr bis auf die Strecke gestürzt werden kann.

Zur Ableitung der Soole aus den Sinkwerken wird in solchen selbst, in einiger Entfernung von dem äussersten Lettendamme, ein kleiner, aus ganzem Schrot gezimmerter, etwa drei Fuss im Lichten weiter Schacht — Absäugkasten, Wehrkasten, Abgangschurf — bis zu einer Entfernung von 6 Zoll vom Himmel, aufgestellt und oben mit Bohlen bedeckt und verlettet, um das Hineinfallen der bei'm Aetzen vom Himmel niederfallenden Berge zu verhindern. In diesen Kasten stellt man eine durchlöcherte hölzerne Röhre (Luttenröhre) senkrecht auf und verbindet sie mit einer horizontal liegenden Röhre (Leitröhre), welche durch das Wehrwerk hindurch geführt ist. Der aus dem vordern Lettendamme in die Strecke hineinragende Theil der Leitröhre ist mit einem Hahne (Wehrschraube) versehen, um die Soole abzuzapfen und durch die Röhrenfahrt aus dem Stollen leiten zu können. Grosse Sinkwerke haben zwei, drei, auch mehrere Absäugkasten, welche sämmtlich mit dem vordersten, zunächst am Wehrwerke befindlichen, in Verbindung stehen. Sowie der Himmel in die Höhe wandert, wird auch der Absäugkasten mit erhöhet. Die erste Leitröhre bleibt immer liegen; wenn sich aber die Sohle des Sinkwerkes zu sehr erhöhet hat, so wird in grösserer Höhe eine neue Leitröhre eingelegt, und beide werden durch eine senkrechtstehende Röhre (Ablassrohr) miteinander verbundee.

In dem oben citirten Bande von Karsten's Archiv ist ein Wehrwerk dargestellt, wie es zu Hall in Tyrol construirt wird, indem dieses Vorzüge vor dem in Oestreich und Baiern gebräuchlichen hat. Unmittelbar hinter der Ausgangsöffnung der Sinkwerke zu Hall ist der Absäugkasten, der aus einer festen Zimmerung besteht, befindlich. Auf ihn folgt der Langofen der mit Bohlen ausgezimmert und verlettet ist. Diese kleine Strecke ist nur 8 Fuss lang, jedoch sehr sorgfältig construirt, und hat in der Mitte einen Scheider, der von schiefen Löchern durchbohrt ist, die den Dienst eines Siebes leisten. Am Ende dieser 5 Fuss weiten Strecke wird der sogenannte kleine Damm aufgerichtet; er ist weit breiter, als der Langofen, 2 Fuss stark, besteht aus Zimmerung, ist verlettet, und nimmt das hintere Ende der Leitröhren auf, die aus kurzen conischen Stücken bestehen, mittelst Büchsen aneinander befestigt sind, und die, indem sie das Wasser nöthigen, kleine Fälle zu machen, dadurch den Niederschlag der minder lösbaren Salze, besonders des schwefelsauren Kalkes, welcher zu Hall häufig angetroffen wird, erleichtern. Gegen den kleinen Damm ist der grosse gelehnt, der viel breiter und viel höher, auch stets stärker unterstützt ist und ebenfalls aus verlet-

Letten ausgesucht und mehrere Male durchgearbeitet (gedroschen) wird. Vorräthe von gutem gedroschenen Letten müssen immer in der Grube vorhanden seyn.

teter Zimmerung besteht. Am untern Theile des Dammes bemerkt man das vordere Ende der mit einem Hahne versehenen Leitröhre, aus welcher die Soole in einen Trog fällt, von wo aus sie mittelst Röhren auf der Sohle der Stollen und über Tage bis zu den Siedeanstalten geleitet wird.

Wie oft ein Sinkwerk angekehrt werden kann, richtet sich theils nach seiner Grösse, theils auch vorzüglich nach dem Salzgehalte des Gebirges. Die kleinern können mehrere Male im Jahre angekehrt und abgelassen werden, während bei den grössern oft ein volles Jahr, auch wohl längere Zeit erfordert wird. In der Regel wird ein Sinkwerk fünf, auch wohl zehn Jahre lang benutzt, ohne es zu säubern, d. h., die Sohle erhöhen oder auftragen zu dürfen, indem das Eingleichen der Säuberberge vor dem neuen Ankehren schon zureicht.

Bei einer gehörig geregelten Wasserwirthschaft ist daher der Betrieb der Sinkwerke sehr einfach; er erfordert aber die grösste Ordnung und Regelmässigkeit in der ersten Anlage, damit sich ein Sinkwerk dem andern nicht zu sehr nähere und beide in Gefahr kommen. Diese Regelmässigkeit ist auch zum reinen Anbau des Gebirges eine durchaus nothwendige Bedingung, weil man bei einer unregelmässigen Anlage starke Pfeiler stehen zu lassen gezwungen ist, um Brüche oder Gefälle zu verhüten. Zu einer solchen Regelmässigkeit bei'm Baue und Betriebe der Sinkwerke gelangt man theils durch eine richtige Sohlenabtheilung, theils durch eine zweckmässige Vertheilung der anzulegenden (auszulegenden) Sinkwerke in einer und derselben Sohle. Der Berchtesgadener Salzberg hat drei Sohlen oder Stollen, die ebensoviel Grundstrecken oder Sohlenabtheilungen bilden. Aus diesen verschiedenen Stollensohlen werden nach beiden Weltgegenden Strecken (Schachttritt oder Schachtricht) aufgefahren, theils um die Beschaffenheit des Gebirges im Streichenden (wenn man es so nennen will) zu untersuchen, theils um durch sie zu den Sinkwerken in oberer Teufe zu gelangen, theils um aus ihnen neue Sinkwerke zu bilden. Insofern der letzte Zweck bei'm Auffahren der Schachtrichte erreicht werden soll, ist es vorzüglich nöthig, auf die sowohl in derselben Sohle, als auch auf die in der höhern oder tiefern Sohle schon vorhandenen Sinkwerke Rücksicht zu nehmen, um keinem derselben zu nahe zu kommen. Bei einem noch ganz unverritzten Gebirge wird eine sehr regelmässige Anlage der Sinkwerke in den verschiedenen Sohlen bewerkstelligt werden können *), welches freilich in einer sehr alten Grube, in welcher die erste Anlage fehlerhaft war, nicht gut möglich ist. Einen ansehnlichen Pfeiler zwischen zwei Sinkwerken in einer und derselben Sohle stehen zu lassen, ist schon desshalb nothwendig, um durch diese Pfeiler demnächst Schachtrichte zu einer zweiten Reihe von Sinkwerken aus dem Stollen auffahren zu können, welche im Streichenden des Gebirges, vom Hauptstollen an gerechnet, hinter der ersten Reihe zu liegen kommen. Die einmal eingerichtete Wasserleitung auf dem Hauptstollen macht es nämlich nothwendig, alle in einer Sohle liegenden Sinkwerke auch von einem Hauptstollen aus anzukehren.

Bei der Anlage eines neuen Sinkwerks fährt man mit der Strecke, oder mit dem Schachtrichte, in einer Stunde und in gleichbleibender Weite gewöhnlich so weit auf,

*) Den Grundriss von einer jeden Hauptsohle kann man sich am Anschaulichsten in dem Bilde einer, nach einem Stangenmodelle gebildeten, Kartätschkugelform denken, wobei der Stollen der Haupteinguss, die Schachttritte die zu jeder Kugel führenden Nebeneingüsse, und die Sinkwerke die Kugeln seyn würden.

dass das Ort 75 Lachter vom Hauptstollen entfernt ist. Von dieser Länge bestimmt man dann 15 Lachter für den Schachtricht und für das Wehrwerk, und 60 Lachter für das neue Sinkwerk. Diese 60 Lachter lange Strecke wird **Probirofen** genannt, weil man erst durch Proben oder Versuche finden will, ob das vorzurichtende Sinkwerk gut thun werde. Zur vollständigen Vorrichtung desselben werden aus dem Probirofen, aus beiden Seitenstössen der Strecke, Querschläge (**Fähler**), in gleicher Höhe und Weite des Probirofens, in einer Entfernung von 8 zu 8 Lachter, ein Lachter tief in's Gebirge getrieben, womit die Vorrichtung beendigt ist.

Die verschiedenen Sohlen stehen mittelst donnlägiger Schachte (**Schürfe**) zu Berchtesgaden (**Rollen** zu Hallein) in Verbindung.

Gewinnung des Steinsalzes durch Bohrbrunnen. — Wenn die salzführenden Lagerstätten nicht über der Sohle benachbarter Thäler abgelagert sind, und wenn man die gesättigte Soole nicht auf Stollen abführen kann, sondern mit Hülfe von Pumpen heben muss: so ist es ganz unnütz, die Lagerstätte mit weiten Schächten auszurichten, um von denselben aus Sinkwerke zu betreiben. Diese Schächte und alle Grubenbaue können durch einfache Bohrlöcher mit einem Durchmesser von 10—15 Zoll, in welche man die Pumpen zur Förderung der gesättigten Soole bringt, ersetzt werden. Das süsse Wasser, welches oft von Quellen herrührt, welche in dem hangenden Gebirge der salzführenden Lagerstätten vorkommen, und welches mit dem Bohrloche durchsunken worden ist, ehe es diese erreicht, oder welche man von einem Tagewasser entnimmt, werden in den ringförmigen Raum zwischen den Bohrlochswänden und der Pumpenröhre geleitet. Es gelangt zu der salzführenden Lagerstätte, wo es Salz aufnimmt. Die Circulation des Wassers wird durch das Spiel der in dem Bohrloche befindlichen Pumpe unterhalten. Sobald der Bohrbrunnen die salzführende Lagerstätte ausgercihtet und sie in einer bedeutenden Teufe durchsunken hat, bringt man die Pumpe hinein und setzt sie in Bewegung. Dieselbe bringt zuerst Wasser zu Tage, welches sehr wenig salzig ist, und welches man wegfliessen lässt. Da die Circulation des Wassers durch daa Spiel unterhalten wird, so bilden sich am tiefsten Puncte des Bohrloches in der salzführenden Lagerstätte, in Folge von der auflösenden Kraft des Wassers, Höhlungen, die sich nach und nach vergrössern, und das von der Pumpe zu Tage gehobene Wasser enthält immer mehr Salz. Am Ende einiger Monate ist es fast gänzlich gesättigt, so dass man es sogleich versieden kann. Man sieht die Ursachen der wachsenden Grädigkeit der Salzsoole, in dem Maasse, als das Wasser die Höhlungen in der salzführenden Lagerstätte vergrössert, ein; anfänglich berührt das süsse Wasser nur Wände von geringer Ausdehnung und hält sich nicht lange in den Räumen auf. Die Höhlung vergrössert sich aber nach und nach rings um das Tiefste des Bohrlochs, wo sich ein See mit Salzufern bildet. Das süsse Wasser gelangt zu der Oberfläche dieses Sees und wird dort durch sein geringeres specifisches Gewicht über der dichteren Salzsoole erhalten, welche den Boden einnimmt. Während nun diese Soole durch die Pumpe ausgefördert wird, senkt sich das süsse Wasser, welches nun seinerseits auch Salz aufgenommen hat und macht frischem süssen Wasser Platz. Je grösser der unterirdische See ist, desto langsamer ist die sinkende Bewegung des Wassers von der Oberfläche nach dem Boden des Sees, und deste länger bleibt es auch mit den salzigen Wänden in Berührung. Es ist klar, dass sich die Höhlung über dem Puncte bildet, wo das Wasser in das Saugrohr der Pumpe dringt, und dass sie sich hauptsächlich in söliger Richtung ausdehnen muss, indem sie diejenigen Verzweigungen der Lagerstätte

verfolgt, welche am Meisten auflöslich ist, und welche die reichsten Salztheile enthält. Es ist daher zweckmässig, dass die Saugröhren der Pumpen so tief, als möglich, unter die Oberfläche der salzführenden Lagerstätte hinabgehen.

Die Gewinnung des Steinsalzes durch Bohrbrunnen und durch Auflösung hat den Vortheil, dass kein Schacht- und überhaupt gar kein Grubenbetrieb erforderlich ist, sondern dass diese sehr kostbaren Vorrichtungen durch weit wohlfeilere Bohrbrunnen ersetzt worden sind. Man befolgt diese Gewinnungsmethode seit der Auffindung der Steinsalzlagerstätten in den Salinen von Dürheim und Rapenau in dem Grossherzogthume Baden, zu Rottenmünster, Wimpfen, in der Gegend von Heilbronn im Königreich Würtemberg, hat auf der preussischen Saline zu Artern in der Provinz Sachsen vor einigen Jahren das Steinsalz in einer Tiefe von 1000 Fuss erbohrt und setzt die Bohrarbeiten auch auf den übrigen grossen preussischen Salinen in der Absicht fort, um gesättigte Soole zu erhalten, und um die kostbaren und unbequemen Gradiranstalten aufgeben zu können. Auch in Frankreich wendet man auf den Salinen von Gouhenans, im Departement der obern Saône, Bohrbrunnen zur Salzgewinnung an.

Wir bemerken, dass an keinem der angeführten Puncte die schon seit längerer Zeit*) angewendete Gewinnung des Steinsalzes durch Bohrbrunnen Veranlassung zu Bewegungen des Gebirges gegeben hat, die an der Oberfläche sichtbar sind, obwohl eine ungeheuere Menge von Salz aus dem Schoosse der Erde entnommen worden ist. Es muss ferner bemerkt werden, dass diese Salzmenge nur ein geringer Theil von dem räumlichen Inhalte der unterirdischen Seeen ist, die wirklich in der Mitte der salzführenden Massen vorhanden sind, und die, ehe sie mit dem Bohrer erreicht wurden, die natürlichen Salzquellen speis'ten, die man schon seit undenklichen Zeiten benutzt hat. Es ist klar, dass die eigenthümliche Gestalt der mit Wasser ausgefüllten Höhlungen und hauptsächlich der Druck des Wassers gegen den Himmel derselben die Ursachen sind, welche Brüche und Senkungen des hangenden Gebirges, welche sich bis nach der Oberfläche durch alle Schichten fortpflanzen, verhindern **). Wir sagen hier weiter nichts über die Gewinnung des Steinsalzes durch Bohrbrunnen und Auflösung. Das bei'm Bohren angewendete Verfahren weicht von dem allgemeinen, im 2. Kapitel dieses Werkes beschriebenen, nicht ab. Die Pumpen weichen von den Saugpumpen mit hohlen Kolben, welche zur Wasserhaltung in tiefen Schächten angewendet, und die wir weiter unten beschreiben werden, nicht ab.

3) Abbau mit Bergversatz oder mit Pfeilern, die aus in die Grube gebrachten Materialien aufgeführt werden.

Lagerstätten, bei denen diese Abbaumethode anwendbar ist. — Es ist diese Abbaumethode bei mächtigen Lagerstätten von einem fast gleichförmigen Reichthume, und deren Substanz einen grossen Werth hat, sehr zweckmässig. In diesem Falle befinden sich einige Erzlagerstätten, bei denen die Metalle sehr gleichförmig

*) Die Salinen in der Gegend von Wimpfen und von Jaxtfeld im Neckarthale sind seit länger als 20 Jahren im Betriebe.

**) Man kann hieraus folgern, wie grundlos die Befürchtungen derjenigen Personen sind, welche glauben, dass der aus manchen artesischen Brunnen mit dem Wasser emporkommende Sand, Schlamm etc. Veranlassung zu Einbrüchen geben könnte, welche für die darüber befindlichen Wohnungen gefährlich sey.

in der Gangart verbreitet sind, so dass eine mechanische Scheidung unmöglich ist. Herr Baillet de Belloy hat schon seit langer Zeit vorgeschlagen, bei'm Abbaue mächtiger und stark abfallender Steinkohlenflötze Bergversatz anzuwenden, und es ist diese Abbaumethode wirklich seit mehreren Jahren bei den Steinkohlenflötzen zu Creusot und zu Montchanin, in dem Departement der Saône und Loire, angewendet worden. Endlich, wenn die Lagerstätten durch in der Grube zurückgelassene Pfeiler schlecht abgebauet sind, und wenn diese Pfeiler dem Drucke des hangenden Gebirges nachgeben und es nicht mehr zu tragen vermögen, so giebt es kein anderes Mittel, um bedeutende Brüche zu vermeiden, wodurch der gänzliche Ruin der Grube herbeigeführt werden würde, als die abgebauten Räume mit Bergen zu versetzen, die vom Tage aus in die Grube eingebracht werden. Ein solches Verfahren musste man bei'm Abbaue der untern Stockwerke der mächtigen Steinkohlenflötze des Beckens von Aubin, im Aveyron-Departement, anwenden.

Quecksilber-Bergwerk zu Almaden in Spanien. — Als erstes Beispiel der vorliegenden Abbaumethode, wollen wir die Quecksilberbergwerke zu Almaden, in der spanischen Provinz la Mancha, anführen. Ich verdanke die folgenden Bemerkungen der Güte des Herrn Bergwerks-Oberingenieurs Le Play.

Die Quecksilbererze kommen zu Almaden auf einem Systeme sehr mächtiger Gänge vor, die in Uebergangsschiefer aufsetzen. Fig. 9, Taf. 22, giebt einen Begriff von der Gestalt der Lagerstätte.

Die Mächtigkeit des Trums von San-Diego beträgt in einer Teufe von 300 Varas*), 12 bis 15 Varas. Diese Mächtigkeit scheint mit der Tiefe bedeutend zuzunehmen. Das Fallen des Ganges beträgt fast 85 Grad. Das Hangende und das Liegende sind ausserordentlich fest, ebenso wie die Gangmasse, die nur durch Bohren und Schiessen gewonnen werden kann. Das Quecksilbererz ist fast gleichförmig in dieser ganzen Masse verbreitet, welche bei'm Schmelzprocesse durchschnittlich 10 Procent Metall giebt. Diese Umstände machen das Almadener Bergwerk zu einem der reichsten in der Welt. Die Erze von San Diego und von Santa Clara geben sogar 24 Procent Quecksilber.

Der San-Theodoro-Schacht, der zu gleicher Zeit zur Gewältigung der geringen Wasserzuflüsse mittelst einer Dampfmaschine, sowie auch zur Erzförderung mittelst eines Pferdegöpels, dient, ist in einem Conglomerat abgesunken, das aus den Resten des umgebenden Schiefers gebildet worden ist, und der selbst sehr fest, obgleich von geringer Härte, ist. Dieser Schacht hat eine Teufe von 300 Varas erreicht, ohne dass es erforderlich gewesen wäre, ihn an irgend einem Puncte in Zimmerung oder Mauerung zu setzen.

Der Abbau findet stockwerksweise statt, und zwar nach und nach und von Oben nach Unten niedergehend. Die verschiedenen Stockwerke liegen 30 Varas auseinander.

In jedem Stockwerke treibt man zuvörderst mitten in der Gangmasse eine horizontale Strecke, die allen ihren Krümmungen folgt. Darauf treibt man von der Sohle eines Stockwerks bis zu dem untern Stock einen reckteckigen Schacht, dessen lange Seite, querschlägig auf dem Streichen der Strecke stehend, sich vom Hangenden bis zum Liegenden des Ganges ausdehnt und folglich 12 bis 15 Varas lang ist. Die senkrecht auf dieser langen Seite stehende kurze ist 4 Varas lang. Dieser donnlägige Schacht, welcher eine wirkliche fallende Strecke bildet, hat daher zum Hangenden und

*) Ein Vara = 3 spanische Fuss = 0,847 Meter.

Liegenden das Hangende und Ligende der Lagerstätte, und zu den Stössen die Erzmasse. Die vollständige Festigkeit des Gesteins macht jede Zimmerung unnöthig. Wenn der Schacht bis zum Niveau des untern Stockwerks gekommen ist, so schlägt man einen grossen Bogen von Mauerwerk, dessen Widerlagen im Hangenden und Liegenden des Ganges zugeführt worden sind. Auf diesem flachen Bogen, dessen Spannung der Mächtigkeit des Ganges gleich ist, und dessen Breite 4 Varas, gleich der des Schachtes, beträgt, führt man eine rechteckige Mauer auf, welche den leeren Raum des Schachtes gänzlich ausfüllt und auf diese Weise einen vollständigen Versatz von Mauerwerk mit Kalk und Sand bildet. Der Höhe nach bringt man an gewissen Puncten Bögen an, deren Widerlagen in dem Nebengesteine sind, und welche den Zweck haben, den Grundbogen zu entlasten. Während der Ausführung dieser Arbeit sinkt man, von dem obern Stockwerke aus, einen zweiten flachen Schacht, der dem ersten in allen Puncten ähnlich und 4 Varas von demselben entfernt, welches der kurzen Dimension des Schachtes gleich ist. Nach Vollendung dieses zweiten Schachtes füllt man ihn ebenfalls mit einem massiven Mauerwerke, welches auf einem Grundbogen ruht, aus.

Der zwischen den beiden Mauern bleibende Theil des Ganges wird darauf vollständig abgebauet, indem man von dem untern zu dem obern Stockwerke in die Höhe geht. Hangendes und Liegendes sind hinlänglich fest, so dass man den Raum zwischen zwei benachbarten Mauern gänzlich leer lassen kann, ohne dass man irgend einen Bruch zu befürchten hätte. Hätte das Hangende an irgend einem Puncte eine Unterstützung nöthig, so würde man ihm dieselbe durch Bögen, die vom Liegenden zum Hangenden gespannt werden, gewähren.

Durch diese Methode wird ein reiner Abbau bewirkt, und der Abbau der untern Stockwerke wird auf keine Weise durch den der obern behindert, weil alle Mauern auf Bögen ruhen, deren Widerlagen im Nebengestein und nicht in der Gangmasse angebracht worden sind.

Die Mauerungen werden von dichtem Quauzfels ausgeführt, der am Ausgehenden der Gänge, in der Nähe des Schachtes San Theodoro, vorkommt, und den man zu diesem Zwecke mit Pulver gewinnt.

Die einzuhängenden Mauersteine dienen als Gegengewicht für das auszufördernde Erz, so dass die Förderung der Materialien nur wenig Kosten verursacht. Es scheint, dass mehrere reiche und edle Erzgänge in Mexico und in Südamerica auf dieselbe Weise abgebauet werden. Besondere Vorschriften verhindern die Wegnahme der in der Gangmasse stehengelassenen Pfeiler, ehe man einen Theil der vorhandenen leeren Räume durch gemauerte Pfeiler, welche Brüche verhüten sollen, ausgefüllt hat.

Abbau von Steinkohlenflötzen mit Bergeversatz. Flötz zu Creusot. — Bei der Gewinnung mächtiger Steinkohlenflötze würde die Aufführung gemauerter Pfeiler entweder zu kostbar, oder wegen der geringen Festigkeit, welche gewöhnlich die Sohle und das Dach dieser Flötze zeigen, unzureichend seyn. Man begnügt sich daher damit, die abgebaueten Räume mit Bergen zu versetzen, die man von Tage ab in die Grube geführt, und die man, je nach den Umständen, mehr oder weniger feststampft.

Das zu Creusot in Abbau stehende Flötz hat 20 bis 30 Meter Mächtigkeit; sein Fallen ist verschieden, aber stets sehr bedeutend, ja auf einen Theil seiner Erstreckung fällt es seiger. Ehedem wurde es mittelst Schächten abgebauet, die in der Masse selbst abgesunken sind, und von Oben nach Unten durch verschiedene Stockwerke, die 5 Me-

ter seiger auseinander lagen. In jedem Stockwerke richtete man ein System von söligen Abbaustrecken vor, von denen die einen streichend und die andern senkrecht auf den erstern vom Dache zur Sohle getrieben wurden. Diese Strecken waren 2 Meter hoch, 2,32 Meter weit und waren durch quadratische, 3 Meter starke Pfeiler voneinander getrennt. Ohnerachtet der grossen Kohlenmenge, welche in den Pfeilern, oder in den Firsten, zwischen zwei aufeinander folgenden Stockwerken, zurückgelassen wurden, brach an mehrern Puncten der Grube eine Selbstentzündung aus, es entstanden zahlreiche Brüche, und der noch jetzt in diesen alten Bauen geführte Abbau ist ebenso unregelmässig, als schwierig. Man versetzt die Abbaue, welche man nach und nach in den alten Mann treibt, mit Bergen, die man von Tage einführt. Es ist diess das einzige Mittel, um den Abbau fortsetzen zu können, und es scheinen dessenohngeachtet die Bergbaukosten nicht höher zu seyn, als es bei dem ältern Systeme, mit Hinterlassung von Pfeilern, der Fall war.

Die Abbaumethode, welche, soweit als es die alten Baue gestatten, regelmässig betrieben wird, ist die folgende: zwei streichende Strecken, die eine am Dache und die andere an der Sohle geführt, bilden in jedem Stockwerke die Hauptvorrichtung. Sie sind 3 Meter hoch, auf der Sohle 2,65, und an der Firste 2,35 Theile weit. Zwischen beiden Strecken treibt man querschlägige vom Liegenden zum Hangenden, welche nach und nach mit von Tage eingeführten Bergen versetzt werden. Die Kosten dieses Bergversatzes betragen nicht mehr als 0 Fr. 375 Centimen auf die Tonne der ausgeförderten Steinkohle, oder 0 Fr. 0357 Centimen auf 100 Kilogrammen. Sie würden noch geringer seyn, wenn man das unverritzte Feld in Angriff nehmen könnte, wenn man den Abbau stockförmig oder mittelst Querschlägen in jedem Stockwerke, die nach und nach mit Bergen versetzt würden, die man von Tage oder aus einem andern Theile der Grube nähme, betreiben könnte. Bei dieser Methode hätte man, wenn es erforderlich gewesen wäre, einige Pfeiler von der Sohle des untersten Stocks bis zu dem obersten stehen lassen können. Um sich zu überzeugen, ob diese Methode mit Vortheil angewendet werden kann, ist es hinreichend, eine Kostenberechnung über die Einförderung der Berge von Tage in die Grube anzustellen, welches durchaus keine Schwierigkeiten hat.

Ist es zweckmässig, mächtige und sehr steil fallende Steinkohlenflötze mit Stockwerken schwebend oder fallend abzubauen? — Herr Baillet de Belloy hat in seiner Abhandlung über den Abbau mächtiger Lagerstätten (*Journal des mines, Tom. VIII, p. 497 etc.*) angenommen, dass es zweckmässig sey, seiger oder sehr steil fallende Flötze, wie das zu Creusot, stockwerksartig und mit Bergeversatz von Unten nach Oben abzubauen, wie diess bei den mächtigen Gängen Ungarns der Fall ist, welche durch den sogenannten, weiter oben beschriebenen Querbau gewonnen werden. Wir müssen diesen letztern Theil der von Herrn Baillet ausgesprochenen Meinung mit Sorgfalt prüfen. Der Grundsatz, einen Abbau an dem tiefsten Puncte der zu gewinnenden Lagerstätte zu beginnen, und aufwärts zu gehen, ist in den meisten Werken über Bergbaukunst erörtert, aber nicht ausgeführt. So haben wir gesagt, dass bei dem Abbaue mehrerer paralleler Lagerstätten man dieselben von Oben nach Unten abbauen müsse, welches mit dem übereinstimmend ist, wie man es bei dem Steinkohlenbergbaue in Schlesien, Sachsen, England, Belgien und dem nördlichen Frankreich angewendet findet. Ebenso glauben wir, dass es bei'm Abbaue massiger oder stockförmiger Lagerstätten, wobei die abgebaueten Räume mit Bergen versetzt

werden, vortheilhafter seyn dürfte, den Stockwerksbau von Oben nach Unten zu betreiben, als einen umgekehrten Gang zu befolgen.

Wir wollen annehmen, dass man auf einem seiger oder sehr steil fallenden Steinkohlenflötze, unmittelbar unter alten zu Bruche gegangenen Bauen, ein Abbaustockwerk vorrichte, indem man in der Firste nur soviel Kohlen stehen liesse, um die obern Brüche mit Hülfe einer zweckmässigen Zimmerung zu halten. Die Mächtigkeit des in der Firste angebaueten Kohls müsste höchstens 0,80 bis 1 Meter betragen.

Die Abbaue müssten, z. B., aus Strecken oder aus Stössen von geringerer oder grösserer Breite bestehen, die querschlägig auf das Streichen des Flötzes getrieben würden und in eine Hauptförderstrecke auslaufen müssten, die am Liegenden des Flötzes getrieben worden wäre. Diese Abbaue müssten mit Bergen versetzt werden, die von Tage aus in die Grube geführt worden wären. Lässt man die in der Firste der Abbaue angebaueten Kohlen stehen, um die obern Brüche zu tragen, so wird es offenbar nutzlos seyn, den Bergeversatz bis zur Firste zu führen, um das Setzen und die Brüche des hangenden Gebirges zu verhindern; denn diese Senkungen und Brüche würden die unter dem Versatze anstehende Steinkohlenmasse, welche später durch ein ähnliches System, als das bei dem obern Stockwerke angewendete, abgebauet wird, nicht erschüttern können. Der Versatz brauchte daher in den Abbauen nicht sorgfältig eingestampft zu werden; er brauchte nur $\frac{3}{4}$ von der Höhe der Baue auszufüllen, ohne den übrigen Bauen nachtheilig zu werden. Ferner, bauet man ein Stockwerk unter einem andern ab, welches auf die obige Weise mit Bergen versetzt worden ist, so brauchte man in der Firste der Abbaue nur eine Schicht Steinkohlen von geringer Mächtigkeit anzubauen. Selbst dann, wenn die Firste an einigen Puncten unter dem Gewichte des obern Bergeversatzes einbräche, so würde diess weiter keine Nachtheile haben, weil dieser Versatz nicht brennbar ist, und weil ihr Herabsinken in das in Abbau stehende Stockwerk nicht dazu beitragen könnte, Selbstentzündung zu veranlassen, welche die Ursache der grössten Schwierigkeiten bei dem Abbaue mächtiger Steinkohlenflötze sind. Dieses Hereingehen der obern Massen würde daher eher vortheilhaft, als nachtheilig seyn, weil dadurch gewissermaassen ein natürlicher Versatz von einem Theile der Abbaue bewirkt wird. Nichts würde daran hindern, dass, nachdem man eines oder zwei Stockwerke versetzt hätte, man ohne Bergeversatz abbauen könnte, indem man den obern Versatz in das unmittelbar darunter befindliche Stockwerk eingehen liesse. Man würde auf diese Weise den Abbau mit Bergeversatz mit der in Schlesien, sowie zu Blanzy und zu Lamure in Frankreich, angewendeten Abbaumethode verbinden.

Betreibt man dagegen einen Stockwerksbau von Unten nach Oben, so wird es von höchster Wichtigkeit seyn, Senkungen und Brüche in dem Theile der Lagerstätte, welche über dem jetzt in Abbau befindlichen Stockwerke und in dem umgebenden Gesteine liegt, zu verhindern. Denn in Folge dieser Senkungen und Brüche würde der weitere Abbau in den obern Stockwerken weit schwieriger und kostbarer werden, und würdeviel Staubkohlen und sehr wenig Stückkohlen geben. Es würde demnach in diesem Falle nothwendig seyn, die Abbaue eines jeden Stockwerks sehr sorgfältig u. vollständig bis zur Firste zu versetzen. Es ist wahr, dass da, bei Anwendung dieser Vorsicht, die Steinkohle des obern Stokwerks auf der Sohle nicht mehr mit dem anstehenden Gesteine zusammenhängt, die Gewinnung sehr leicht seyn würde, und dass man zwischen zwei Stockwerken keine Kohle mehr stehen zu lassen nöthig hätte. Aus diesem Grunde könnte die letztere Abbaumethode bei der Gewinnung sehr fester, stark mit dem Hangenden und Liegenden

verwachsener Kohle vorzuziehen seyn, während die erstere sich mit grösserem Vortheil bei solchen Flötzen anwenden lässt, deren milde und mässig harte Kohle mit dem Liegenden und Hangenden nur wenig verwachsen ist. Dieser letztere Fall ist der bei Weitem gewöhnlichere. Die Abbaumethode von Oben nach Unten müsste auch ausschliesslich in den Fällen angewendet werden, wo man weder wohlfeile, noch eine hinlängliche Menge von Bergen zum gänzlichen Versatze der abgebaueten Räume erlangen kann.

4) Bruchbau.

In welchen Fällen ist diese Abbaumethe anwendbar? — Der Bruchbau ist oft ein Zufall bei dem Abbaue sehr mächtiger Lagerstätten; er ist das einzige Mittel, welches man in Anwendung bringen kann, um die in den Pfeilern gänzlich oder theilweis zurückgelassenen nutzbaren Substanzen, welche unter den Brüchen des hangenden Gebirges begraben worden sind, zu gewinnen. Es giebt fast keinen metallischen Bergbau auf Stöcken oder mächtigen Gängen, besonders bei ihrem ehemaligen Abbaue, der nicht Veranlassung zu einer Bergbaumethode dieser Art gegeben hätte, oder zum Theil noch gäbe.

Erzgewinnung in alten zu Bruche gegangenen Bauen. — Um das Erz zu gewinnen, welches in den alten zu Bruche gegangenen Bauen zurückbleibt, richtet man den Bruch durch eine in das feste Gestein getriebene, oder in feste Zimmerung gesetzte Strecke aus, bis dass man zu dem Puncte gelangt, wo die zu Bruche gegangenen Baue hinlänglich reich sind, um mit Vortheil ausgebeutet werden zu können. Dort angelangt, verstärkt man die Zimmerung am Ende der Strecke noch, wenn diess erforderlich ist, und lässt nun in das Bruchort die Erzwände hineinrollen, welche man zu Tage ausfördert. Es entsteht nun vor dem Streckenort sehr bald ein leerer Raum; die dort angestellten Arbeiter suchen nun mittelst langer Brechstangen neue Einbrüche zu veranlassen, wobei sie sich hinter der Zimmerung zu sichern suchen und sich schnell zurückziehen, sobald jene Einbrüche entstehen. Wenn nichts mehr von der Firste der Weitung, die sich vor dem Streckenorte bildet, hinabfällt, so bringt man weitere Streckenzimmerung mit sogenannten Abgetrieben ein. Man gebraucht dazu aber ausserordentlich starkes Holz und bedeckt die Kappen der Thürstöcke und besetzt diese und das Deckholz mit einer starken Lage von taubem Gestein, um einen Bruch der Zimmerung zu vermeiden, welche durch das Herabstürzen von Erz und Gesteinstücken, aus bedeutender Höhe, veranlasst werden könnte. Man fängt diese Arbeit wiederum auf allen Puncten an, wo man zu Bruche gegangenes Erz findet.

Man sieht, dass der auf diese Weise betriebene Bruchbau weit eher etwas Zufälliges für eine Grube, als eine besondere Abbaumethode, ist. Jedoch werden in einigen Fällen Brüche in einer eben angegriffenen Lagerstätte hervorgerufen. Soll ein solches Verfahren Vortheil gewähren, so muss die zu gewinnende Substanz einen nur geringen Werth haben, und man muss dieselbe nicht in einer gewissen Grösse oder Form gewinnen wollen. Es ist diess der Fall mit den Schieferlagern, welche im Maasthale in Belgien zur Alaunfabrication abgebauet werden.

Gewinnung des Alaunschiefers im Maasthale. — Dieser Schiefer bildet ein 16 bis 18 Meter mächtiges und 70 bis 80 Grad einfallendes Lager im Kohlenkalkstein im Liegenden des Steinkohlenbeckens der Maas in Belgien. Diese Lagerstätte wird durch Bruchbau und stockwerksartig von Oben nach Unten abgebauet. Man

treibt einen Richtschacht, dessen Oeffnung im Ausgehenden der Lagerstätte liegt, und der folglich in einer geringen Teufe in dem Liegenden des Lagers abgeteuft worden ist. Von diesem Schachte aus und in dem Niveau, welches man erreichen will, treibt man einen Querschlag durch die Lagerstätte bis zu ihrem Hangenden. Von diesem Querschlage aus treibt man am Liegenden eine streichende Strecke, zu beiden Seiten desselben, etwa 120 Meter in's Feld. Oft treibt man auch zwei parallele Strecken, die eine unter dem Hangenden, die andere mitten in dem Lager. Man wählt für diese beiden Strecken die mildesten Schieferschichten aus. Durch querschlägige Strecken, welche von der am Liegenden befindlichen streichenden ausgehen, theilt man das Feld in Pfeiler. Man nimmt darauf alle Zimmerung, mit Ausnahme von der in der Strecke am Liegenden, weg, indem man an dem entferntesten Puncte anfängt. Die Arbeiter ziehen sich zurück, und man lässt nun den Bruch ruhig erfolgen, oder man veranlasst ihn, wenn die Masse fester ist. Im Allgemeinen erreicht man aber den natürlichen Einbruch des Schiefers. Während er stattfindet, richtet man ein anderes tieferes Stockwerk vor. Zu dem Ende teuft man den Richtschacht 5 bis 6 Meter tiefer ab, richtet die Lagerstätte von dieser Sohle aus und treibt die Vorrichtung, sowie den Abbau, ganz auf dieselbe Weise, wie in der obern Sohle. Der zu Bruche gegangene Schiefer in dem obern Stockwerke wird alsdann von Arbeitern hereingezogen, die auf der streichenden Strecke im Liegenden angestellt sind, und die durch die Brüche, vom Liegenden zum Hangenden, Strecken mit Getriebezimmerung treiben, um von diesen Bruchörtern aus den Schiefer zu gewinnen. Die Zimmerung wird darauf von Hinten nach Vorn wieder weggenommen, und es werden neue Brüche hervorgerufen.

Ist der Schiefer sehr brüchig, so kann die letztere Arbeit unmittelbar und ohne Vorbereitung ausgeführt werden. Die Brüche pflanzen sich auf eine hinlänglich grosse Entfernung in senkrechter Richtung fort, und die Höhe, in welcher man die verschiedenen Sohlen übereinander anbringt, ist eine solche, dass sie sich von einer Sohle zur andern fortpflanzen.

Es bleibt eine solche Menge von Schiefer in den Brüchen zurück, dass es unmöglich ist, ihn zu schätzen. Man kann mehrmals in eine und dieselbe Abbausohle zurückkehren, wenn die von der ersten Sohle herrührenden Brüche sich so gesetzt haben, dass man ohne Gefahr hineindringen kann.

Ehedem wurde der Bruchbau weit häufiger angewendet, als jetzt, so, z. B., bei der grossen Pinge zu Altenberg in Sachsen, welche durch einen gewaltigen Bruch des Zinnzwitter-Stockwerks, im ersten Viertel des siebenzehnten Jahrhunderts, entstand; ferner zu Fahlun in Schweden, wo ein ähnlicher grosser Bruch in der Kupfererz-Lagerstätte entstanden war; in mehreren Steinkohlen-Bergwerken in Northumberland und Durham in England; zu Rive-de-Gier und Saint-Etienne in Frankreich etc. Jetzt sucht man den Bruchbau durch einen gut eingerichteten Abbau möglichst zu vermeiden.

Achtes Kapitel.

Von dem Wetterwechsel in den Gruben.

Die Luft in den Gruben wird verändert: 1) durch Entziehung eines Theiles ihres Sauerstoffgehaltes; 2) durch Vermengung mit fremden Gasarten. Diese entstehen aus der chemischen Zersetzung gewisser Substanzen, oder entwickeln sich aus Klüften, Höhlungen oder den Poren des Gesteins, worin die Grubenbaue angelegt werden.

Der Sauerstoff der Luft wird durch das Athmen der Arbeiter, das Brennen der Lampen oder Lichte und die chemische Zersetzung mehrerer Körper absorbirt, welche in den Gruben vorhanden sind, oder in dieselben von Aussen gebracht werden müssen. Die ausgeathmete Luft enthält beinahe einen gleichen Antheil Stickstoff, wie die eingeathmete, aber ein Theil des Sauerstoffs wird durch Kohlensäure und Wasserdampf ersetzt, beinahe in demselben Maasse, wie er in die Verbindung dieser Körper eingeht. Ein Mensch athmet höchstens 19 Cubikm. Luft in 24 Stunden ein, oder 792 Liter in der Stunde; das ausgeathmete kohlensaure Gas beträgt etwa 0,03 der eingeathmeten Luft oder 370 Liter in 24 Stunden oder 24 Liter in einer Stunde. Die Menge des Sauerstoffs, welche durch das Brennen der Lampen absorbirt wird, hängt von der Beschaffenheit und von dem Gewichte des verbrannten Leuchtstoffes ab; es bildet sich dabei ebenfalls kohlensaures Gas und Wasserdampf; die grössten Grubenlampen absorbiren weniger Sauerstoff in gleicher Zeit, als ein Mensch durch das Athmen.

Bei der Umänderung von Schwefelverbindungen, unter der Einwirkung der atmosphärischen Luft und des Wassers, in schwefelsaure Verbindungen, von gewissen Oxydulen und basisch kohlensauren Salzen in Oxyde, bei der fauligten Gährung von animalischen und vegetabilischen Substanzen wird der Luft Sauerstoff entzogen, welcher in die Verbindung der neugebildeten Substanzen eingeht, und dagegen entwickelt sich Kohlensäure, Wasserstoff, Stickstoff und Ammoniak. Diese Gase enthalten ausserdem noch übelriechende, chemisch nicht bekannte Substanzen, Miasmen, die höchst nachtheilig auf die menschliche Gesundheit einwirken.

Der grösste Theil der brennlichen Mineralien und besonders der Steinkohlen erleiden eine Veränderung, wenn sie der atmosphärischen Luft ausgesetzt sind, bei der wahrscheinlich der Luft Sauerstoff entzogen und dagegen Wasser und Kohlensäure, vielleicht auch Verbindungen von Kohlenstoff und Wasserstoff, gebildet werden.

Diejenigen Gasarten, welche sich vorzugsweise aus dem Gesteine entwickeln, sind: kohlensaures Gas, Kohlenwasserstoffgas im Minimo, vielleicht bisweilen mit Wasserstoffgas gemengt; seltener Schwefelstoffgas.

Die Gase, welche aus der chemischen Zersetzung gewisser Substanzen hervorgehen, sind besonders die Verbrennungsproducte des Pulvers; diese sind theils nach der Zusammensetzung und dem Feuchtigkeitszustande desselben etwas verschieden in ihren quantitativen Verhältnissen, sie bestehen in Kohlensäure, Stickstoff, Kohlenoxyd, Wasserdampf, Kohlenwasserstoff und etwas Schwefelwasserstoff. Die festen Producte bestehen in unverbranntem Pulver, schwefelsaurem Kali und Schwefelkalium und werden in höchst fein vertheiltem Zustande zerstreut. Der Pulverdampf, in dem sie sich befinden, greift die Athmungsorgane sehr heftig an, und derselbe muss daher durch einen lebhaften Wetterzug aus den Gruben vertrieben werden.

Es scheint, dass die Einwirkung des Wassers oder des Wasserdampfes auf Schwefeleisen, welches in der Zersetzung begriffen ist, zur Entstehung von Schwefelwasserstoff in kleinen Mengen Veranlassung giebt. Die Zersetzung von kohlensaurem Kalk durch saure Wasser, welche in den Gruben ziemlich häufig sind, kann Kohlensäure hervorbringen.

Bei den Grubenbränden auf Steinkohlenflötzen entwickelt sich ein Gemenge von Kohlensäure, Kohlenoxyd, schwefelichter Säure, durch die Verbrennung des Schwefels oder Kiese, die beinahe in allen Steinkohlen vorkommen, von Kohlenwasserstoffgasen. Diese Gasgemenge besitzen ausserdem einen eigenthümlichen, widrigen Geruch.

In den Quecksilbergruben entwickeln sich Quecksilberdämpfe, die einen sehr nachtheiligen Einfluss auf die Gesundheit der Arbeiter ausüben, und die, wie es scheint, sich kaum durch einen lebhaften Wetterwechsel fortschaffen lassen. In den Arsenikgruben bemerkt man häufig den eigenthümlichn Arsenikgeruch, ohne dass die Arbeiter besonders leiden, wenn der Wetterwechsel genügend lebhaft ist.

Die Gasarten, welche in den Gruben angetroffen werden, bilden daher nur eine geringe Zahl: Kohlensäure, Stickstoff im Ueberschusse gegen das normale Verhältniss in der atmosphärischen Luft, Kohlenwasserstoff im Minimo, rein oder gemengt mit Wasserstoff, Miasmen; seltener und in geringer Menge: Wasserstoff, Schwefelwasserstoff, Kohlenoxyd, schweflichte Säure, Quecksilber- und Arsenikdämpfe.

Kohlensäure. Das specifische Gewicht derselben ist 1,524. Das Wasser nimmt bei dem atmosphärischen Drucke ein gleiches Volumen derselben auf, unter einem grössern Drucke mehr, der Ueberschuss entweicht aber, sowie sich dieser Druck vermindert. Bei der Bewegung des Wassers trennt sich die Kohlensäure beinahe gänzlich davon. Die Alkalien und die alkalischen Erden (im kaustischen Zustande) absorbiren dieselben sehr rasch und halten sie sehr fest. Luft, welche durch Kalkmilch geht, oder durch eine Auflösung von Kali oder von Natron, wird ganz davon gereinigt. Sie kann weder die Verbrennung noch das Athmen unterhalten. Lichte brennen bereits schlecht in einer Luft, der 5 bis 8 Procent Kohlensäure beigemengt sind, und sie erlöschen augenblicklich, wenn dieser Gehalt bis auf 10 Procent anwächst, welche über 8 Procent Kohlensäure enthält; die Kohlensäure wirkt wie ein Gift auf den Organismus ein, der Erstickungstod erfolgt in sehr kurzer Zeit, Kopf- und Augenschmerz gehen voraus. Die in Kohlensäure Erstickten können nur langsam wieder erweckt werden; nur in dem Falle, dass sie überhaupt eine ganz kurze Zeit in der Kohlensäure verblieben waren. Zum Leben zurückgeführt, leiden sie längere Zeit besonders an heftigen Kopfschmerzen

Wenn die Firste oberhalb dem Abbau sehr gebräch ist, so wird es zuweilen nothwendig, dieselbe mit Schienhölzern zu verziehen. Diese werden leicht durch Hülfe der Anpfähle befestigt; auch legt man in diesem Falle wohl über 2 oder 3 Stempel eine Kappe. Auf den meisten hiesigen Flötzen ist diess indess selten der Fall; nur muss man um so vorsichtiger seyn, je grösser die Mächtigkeit des Flötzes ist.

Das Rauben. Wenn auf die soeben beschriebene Weise der schwebende Stoss gänzlich bis zu der obern, bereits zu Bruche gegangenen Abbaustrecke weggenommen ist, so ist nunmehr, mit Einschluss der unter dem Abbaue befindlichen Strecke, eine Weitung von 14 bis $16\frac{1}{2}$ Quadratlachtern entstanden, welche durch die untergesetzten Stempel offen erhalten wird. Das Wegnehmen dieser Stempel und die Gewinnung des angebauten Firstenkohls heisst das Rauben; eine bei mächtigen Flötzen und druckhaftem Gebirge oft sehr schwierige und gefährliche Arbeit.

Das Rauben wird damit eröffnet, dass die in der Abbaustrecke befindliche alte Versatzung weggenommen, dagegen dieselbe um die Breite des abgebaueten Stosses vorgerückt, also an der neuen, neben dem festen Pfeiler aufgestellten Versatzung dergestalt angeschlossen wird, dass die alte Versatzung die Verlängerung der am festen Kohlenpfeiler anstehenden neuen ausmacht, dass folglich die alte Versatzung in der Abbaustrecke, und zwar in der Linie der neuen Versatzung, aufgestellt wird. Alsdann fängt man an, einen Stempel nach dem andern von Hinten nach Vorne zu wegzunehmen, und zwar zunächst diejenigen, welche in der nunmehr entbehrlich werdenden alten Orgel oder Versatzung noch stehen geblieben sind. Das Wegnehmen der Stempel geschieht mit Hülfe eines an einer hölzernen Stange befestigten eisernen Spiesses. Mit diesem hält ein Arbeiter den Stempel am obern Ende, während ein anderer denselben auf der Sohle wegschlitzt. Der Spiess dient dazu, dass der Stempel diesen Arbeiter nicht treffe.

Das Rauben der Stempel geschieht von Hinten nach Vorne zu; mithin wird auch hinten die Firste zuerst brechen. Man lässt, in der Regel, nicht mehr, als 2 bis 3 Quadratlachter, auf einmal zu Bruche gehen; theils, um mehr Stempel zu gewinnen, theils, um in dem Falle, wenn Kohl in der Firste angebauet worden, dasselbe immer wegzunehmen. Ist der Bruch erfolgt und das Firstenkohl gewonnen, so wird mit Wegnehmen der Stempel fortgefahren, bis auf diese Art der ganze Stoss und die unter demselben befindliche Abbaustrecke zu Bruche gegangen sind. Ist diess geschehen, und hat sich der Bruch beruhigt, so wird nunmehr ein neuer Stoss angefangen und auf dieselbe Art, wie der vorige, abgebauet.

Es ist ganz unmöglich, dass bei dem Rauben alle eingebauten Stempel gewonnen werden können. Die Arbeit ist sehr gefährlich, und erfordert eine ganz ungemeine Vorsicht. Wenn indess das Hangende nur einigermaassen gut ist, so lässt sich die Hälfte, oft $\frac{2}{3}$ der eingebaueten Stempel, wieder gewinnen. Die Arbeiter erhalten für jeden gewonnenen Stempel 1 bis $1\frac{1}{2}$ Gr., um ihr Interesse dadurch mehr rege zu machen.

Wenn bei dem Pfeilerabbaue und Streckenbetriebe Firstenkohl angebauet worden, so wird dasselbe, wie bereits angegeben, bei'm Rauben gewonnen. Es ist natürlich, dass das Firstenkohl bei'm zu Bruche gehen viel leidet, auch dass wohl hier und da eine Stückkohle im Bruche bleibt. Diess ist nicht zu vermeiden; man überzeugt sich indess durch den Augenschein leicht, dass dieser Verlust nicht so bedeutend ist.

Geschickte und geübte Kohlenhäuer werden, in der Regel, fast alles Firstenkohl bei'm Rauben gewinnen.

Diese Abbaumethode kann aber, wie wir bereits anfangs bemerkten, nur auf Flötzen angewendet werden, deren Fallen 20 Grad nicht übersteigt. Die Fig. 6, Tafel 21 stellt die Lage des Zimmerholzes in dem Augenblicke dar, in welchem man die Stempel aus einem Abbaue in den andern überträgt.

Anwendung derselben Abbaumethode auf die Steinkohlenflötze in Niederschlesien. — Die soeben beschriebene Abbaumethode wird auch in Niederschlesien angewendet, und es wird nicht unzweckmässig seyn, hier einige Details über die Hauptgrube jenes Reviers, die Fuchsgrube bei Waldenburg, hinzuzufügen. Man zählt dort 19 Steinkohlenflötze, von denen 14 bauwürdig sind. Sie streichen von Osten nach Westen nach *hora* $8\frac{1}{2}$, und fallen unter einem Winkel von 18—20 Grad von Norden nach Süden ab. Ihre Mächtigkeit ist in ihrer ganzen Ausdehnung fast gleichförmig. Die Flötze haben von der Sohle nach dem Dache folgende Stärke:

1) Vierzig Zoll; fast reine Kohle, aber nur wenig Stückkohle gebend.

2) Neunzig Zoll; durch eine 30—40 Zoll mächtige Schieferthonschicht, die man mit der obern Bank gewinnt, getheilt. Dieses Flötz giebt 40 Procent Stückkohle.

3) Achtzehn Zoll; wegen zu vielen, den Kohlen eingemengten Schieferthons nicht bauwürdig.

4) Achtzig bis hundert Zoll; enthält zuweilen eine 20—30 Zoll mächtige taube Schicht und giebt 40 Procent Stückkohlen.

5) Vierzig Zoll mit einem zehnzölligen tauben Mittel; 30 Procent Stückkohlen.

6) Nicht bauwürdig.

7) 120 Zoll mächtig; die Kohlen mit wenigem Schieferthon und Stein vermengt, aber viel Schwefelkies enthaltend. Giebt 34 bis 40 Procent Stückkohlen.

8) 120 Zoll; ist von dem vorhergehenden Flötz nur durch eine zwei bis drei Zoll mächtige Schieferthonschicht getrennt, so dass man die Flötze 7 und 8 nur als ein einziges, 3 Lachter mächtiges ansehen kann. Jedoch werden sie jedes für sich abgebauet. Das Flötz 8 ist das bessere und giebt 60 Procent Stückkohlen.

9) Nicht bauwürdig.

10) In 85 Lachter söhliger Entfernung im Dache des Flötzes 8. 90 Zoll mächtig. Giebt 60 Procent Stückkohlen.

11) 110 Zoll mächtig. Von dem vorhergehenden Flötze nur durch eine 5—10 Zoll mächtige taube Schicht getrennt. Enthält viel Schwefelkies. Giebt 50 bis 55 Procent Stückkohlen.

12) 40—45 Zoll mächtig; in 3 bis 4 Lachter söhliger Entfernung im Dache des Flötzes 11.

13) 15) 16) 18) 19) Ihre Mächtigkeit wechselt von 50—80 Zoll; sie geben 40 bis 60 Procent Stückkohlen.

Das Flötz 14 ist nicht bauwürdig.

Diese reiche und ausgedehnte Grube wird mittelst eines schiffbaren Stollens, von 2,56 Meter Höhe und 1,70 Meter Breite, abgebauet. Dieser auf der Strasse von Waldenburg nach Freiburg angesetzte Stollen erreicht das Liegende des ersten Flötzes in einer Entfernung von 416 Metern von seinem Mundloche. Von da ab überfährt er die Flötze fast querschlägig, um ihr Dachgestein zu erreichen. Er ist auf diese Weise bis zum 19. Flötze getrieben worden. Zu gleicher Zeit trieb man auf dem 8. Flötz ein

Flügelort, um die Flötze 7 und 8 zugleich auf mehrern Puncten angreifen zu können, und man richtete die liegenden Flötze 5, 4 und 2 durch mehrere Querschläge aus, die von verschiedenen Puncten des Flügelortes von den navigablen Stollen getrieben worden waren.

Der navigable Stollen liess in den Flötzen 7 und 8, zwischen denselben und den alten Bauen einen unberührten Pfeiler von 20 bis 65 Lachter flacher Höhe. Die nach den liegenden Flötzen 5, 4 und 2 getriebenen Querschläge liessen einen unangerührten Steinkohlenpfeiler über sich, der jedoch eine geringere Mächtigkeit hatte, indem die alten Baue auf den liegenden Flötzen tiefer, als auf den übrigen, getrieben worden waren.

Jedes Abbaufeld, welches entweder nach einem Tageschachte, oder nach einem Querschlage, der mit dem schiffbaren Stollen durchschlägig ist, ausläuft, dehnt sich wenigstens auf 100 Lachter zu beiden Seiten des Schachtes aus, d. h., die Abbaustrecken, welche nach den Streichen getrieben worden sind, sind zu beiden Seiten des Querschlages oder des Förderschachtes 100 Lachter lang. Sobald ein Flötz ausgerichtet worden ist, treibt man, wenn die unabgebauten Kohlen, welche über dem ausgerichteten Puncte liegen, eine hinreichende Pfeilerhöhe haben, eine schwebende Strecke, auf welcher ein Bremsschacht vorgerichtet werden kann. Von diesem aus treibt man streichende Abbaustrecken, und zwar, indem man oben anfängt und mit den untern nachfolgt, sowie es der Abbau der obern Pfeiler erfordert. Gewöhnlich treibt man zwei parallele Abbaustrecken auf einmal, zu beiden Seiten des Bremsberges, um einer durch die andere Wetter zuführen zu können, zu welchem Ende man in gewissen Entfernungen Verbindungsörter durch die sie trennenden Pfeiler treibt. Man giebt ihnen geringe Dimensionen, hauptsächlich auf mächtigen Flötzen, welches wegen der brüchigen Beschaffenheit des Daches erforderlich ist; denn es würde in diesem Falle eine breite Strecke den Arbeitern, während des Abbaues der Pfeiler, keinen sichern Zufluchtsort gewähren. Auf minder mächtigen Flötzen dagegen macht man diese Strecken ebenso breit, als in Oberschlesien.

Man wird einsehen, dass das Dach der Flötze 7, 10 und 11 sehr brüchig seyn muss, da das erstere von dem Flötze 8 nur durch eine 2 bis 3 Zoll mächtige Schicht geschieden ist, da sich die Flötze 10 und 11 fast berühren, und da diese letztere auch nur in geringer Entfernung unter dem Flötze 12 liegt. Auch ist es nothwendig, sowohl bei dem Streckenbetriebe, als auch bei dem Pfeilerabbaue, die grösste Sorgfalt auf die Zimmerung zu verwenden. Die Stempel mit einer einfachen Kappe sind nicht mehr hinreichend; man muss Thürstockzimmerung und selbst Deckholz anwenden. Man muss diese Vorsicht selbst auf solchen Flötzen gebrauchen, welche Kohlensandstein zum Hangenden haben, indem derselbe sehr klüftig ist.

Der Abbau der Pfeiler findet auf allen Flötzen der Fuchsgrube schwebend statt, vorausgesetzt, dass die natürlichen Klüfte der Steinkohlen parallel mit dem Streichen des Flötzes sind. Das angewendete Verfahren ist das weiter oben bei den Oberschlesischen Steinkohlengruben beschriebene; nur verwendet man eine grössere Sorgfalt auf die Zimmerung. Die Pfeilerhöhe zwischen den Abbaustrecken richtet sich nach der Beschaffenheit des Daches. Besteht diess aus Sandstein, Conglomerat oder festem Schieferthon, so macht man sie 9—11 Lachter hoch. Bei'm Wegnehmen der Pfeiler hängt die Breite der schwebenden Strecken von der Pfeilerhöhe ab; je höher diese sind, je minder breit macht man die Oerter. Es ist bemerkenswerth, dass die Klüfte der Steinkohlen, welche auf der Fuchsgrube mit dem Streichen parallel sind, in den be-

nachbarten Gruben von Hermsdorf senkrecht auf denselben stehen, so dass hier der Pfeilerabbau streichend geführt werden muss. Jedoch ist dieses Verfahren minder vortheilhaft, als das erstere, indem man stets einen freien Raum zwischen den hinten befindlichen Brüchen und dem Ortsstosse erhalten muss, so dass man das Zimmerholz nicht retten kann, welches daher fast stets in dem alten Mann zurückbleibt. Bauet man dagegen die Pfeiler schwebend ab, so veranlasst man Brüche, indem man unmittelbar nach dem Abbaue des Pfeilers alles Zimmerholz wegnimmt. Wenn der Bruch stattgefunden hat, so hat der benachbarte Pfeiler weiter keine Last von den benachbarten alten Bauen zu tragen; sondern nur die unmittelbar über ihm befindliche. Ein sehr schneller Abbau und ein unmittelbares Zubruchegehen des Daches nach demselben sind die wesentlichsten Bedingungen, wenn das Dach brüchig ist.

Man kann auf diese Weise das nächst liegende Flötz fast unmittelbar nach dem zu Bruche gegangenen hangenden abbauen, vorausgesetzt, dass sich der Bruch mit der Zeit gesetzt habe, welches ihm eine gewisse Festigkeit giebt. So hat man das Flötz 8 nach dem Flötz 7 abgebauet.

In den Oberschlesischen Gruben giebt ein Cubikmeter anstehendes Kohl im Durchschnitt anderthalb Meter gewonnenes, sowohl Stück- als Staubkohlen, so dass die Vermehrung fast die Hälfte des Volums beträgt. Jedes Quadratlachter von dem Gerhardflötze der Königsgrube, welches 220 Zoll mächtig ist, giebt im Durchschnitt 310 Scheffel Steinkohlen verschiedener Art. Da das Lachter 80 Zoll hat, und der Scheffel 6460 Cubikzoll enthält, so sieht man, dass 1,408,090 Cubikzoll anstehendes Kohl, 2,002,600 Cubikzoll Kohlen aller Art geben, welches Verhältniss von dem oben angegebenen wenig abweicht.

Holzverbrauch in den Schlesischen Steinkohlengruben. Die im Jahre 1818 in allen Oberschlesischen Steinkohlengruben verbrauchte Holzmenge belief sich auf 1,78 Cubikfuss für 100 Cubikfuss Steinkohlen.

In dem Niederschlesischen Bergamtsreviere verhielt sich der Holzverbrauch zu der gewonnenen Steinkohle wie 5,4 zu 100.

In den Glatzer Revieren war dieses Verhältniss 3,2 zu 100.

Tägliche Arbeit der Häuer. Pulververbrauch. — Auf dem Gerhard's-Flötze in der Königsgrube liefert jeder Häuer bei'm Streckenbetriebe 24,20, bei'm Pfeilerabbau aber nur 22,7 Hectoliter, indem zu der Auszimmerung eine bedeutende Zeit erforderlich ist. Der Pulververbrauch auf 216 Hectoliter bei'm Streckenbetriebe gewonnener Steinkohlen beträgt 3 bis 4 Hectogrammen, und 2 bis 2,50 Hectogrammen für dieselbe bei'm Pfeilerabbaue gewonnene Kohlenmenge.

Der Steinkohlenbergbau zu Blanzy. — Herr Ingenieur Harmet hat die in Schlesien angewendete Abbaumethode mit sehr gutem Erfolge auch in dem Steinkohlenbergwerke zu Blanzy, im Departement der Saône und Loire, versucht. Das in Abbau stehende Flötz hat eine Gesammtmächtigkeit von 10—12 Meter; sein Fallen beträgt 10—40 Grad. Es ist durch zwei Schieferthonschichten von etwa 0,30 Meter Mächtigkeit in drei Bänke getheilt, Fig. 4 (*a*), Taf. 21. Die Oberbank oder der hangende Theil des Flötzes ist 4—4,50 Meter mächtig; worauf die obere Schieferthonschicht folgt. Unter derselben liegt ein Steinkohlenflötz von 1 Meter Mächtigkeit, darunter die zweite taube Schicht, und dann folgt die 6 bis 7 Meter mächtige liegende Bank. Das Dachgestein ist sehr fest.

Man gewinnt zuerst die obere Bank; die ersten Strecken werden in der tauben Schicht getrieben, Fig. 4 (*b*), Taf. 21. Sie sind rechtwinklich untereinander, die eine streichend und die andere fallend. Sie sind fast 4 Meter breit und 2,50 Meter hoch, so dass noch etwa 2 Meter Steinkohlen zwischen der Firste und dem Dache des Flötzes stehen bleiben. Sie umschliessen rechteckige Pfeiler, die dem Streichen des Flötzes nach 12 Meter breit und dem Fallen nach 25 Meter lang sind.

Bei'm Pfeilerabbaue greift man zuerst denjenigen Pfeiler an, der in der, dem obern Bruche zunächst liegenden Reihe befindlich ist und in jeder Reihe diejenigen, die dem Abbauen am Nächsten liegen. Jeder Pfeiler wird am Hangenden durch Stösse angegriffen, die fast ebenso breit, als die Ortsstösse sind. Man gewinnt zuvörderst die Kohle auf einer gleichen Höhe mit den Strecken und unterstützt die 2 Meter im Dache angebaueter Kohle durch Stempel, welche man darauf, wenn man einige Meter vorgeschritten ist, gänzlich oder theilweise wieder wegnimmt, und die im Hangenden stehen gebliebene Kohle durch Sprengen gewinnt. Das Dach hält sich oft mehrere Tage lang ohne Unterstützung, selbst wenn es bis auf eine Oberfläche von 16 Quadratmetern frei gemacht worden ist, jedoch erwartet man seinen Einbruch, ehe man mit dem Abbaue vorwärts geht. Nach Herrn Burat beschäftigt ein Pfeiler von 2 Meter söhliger Breite und 25 Meter Länge nach der Falllinie des Flötzes, 4 Häuer 50 bis 60 Tage lang, und dieselben gewinnen täglich 200 Hectoliter Steinkohlen.

Nachdem ein Pfeiler abgebauet worden ist, verschliesst man die Streckenöffnungen mit guten Mauern, welche mit einem Ueberzuge von Lehm versehen werden, so dass sie von den Brüchen nicht ausgefüllt werden können, und geht alsdann zum Abbau des benachbarten Pfeilers in derselben Reihe über.

Zwei Jahre, nachdem die Oberbank abgebauet worden ist, kann man die untern Bänke durch Baue angreifen, die unter dem zu Bruche gegangenen obern Stockwerke getrieben werden. In diesem untern Stockwerke richtet man zuvörderst die Kohlen in lange Pfeiler, nach dem Fallen des Flötzes, durch schwebende Strecken vor, die 10 Meter voneinander entfernt liegen, und die von einer streichenden Grundstrecke ausgehen. Um der Festigkeit des Kohls nicht zu schaden, treibt man die schwebenden Strecken nur in dem Maasse, als der Pfeilerabbau vorschreitet. Die langen Pfeiler werden an ihrem obern Theile durch Stösse angegriffen, die zuvörderst an der Sohle des Flötzes geführt werden, und denen man eine Höhe von etwa 2 Metern giebt. Die hangenden Kohlen, die vorläufig durch Stempel gestützt worden sind, gewinnt man darauf durch einen oder zwei Förstenstösse. Fig. 4 (*c*), Taf. 21 giebt einen Begriff von dieser Abbaumethode; auf dieser Figur sieht man beide Stockwerke zu gleicher Zeit in Angriff genommen. Vor der Einführung der Schlesischen Abbaumethode in den Bergwerken von Blanzy scheinen sehr viel Arbeiter durch Brüche beschädigt worden zu seyn, welche Zahl nach Einführung der verbesserten Methode sich sehr vermindert hat *).

Steinkohlenbergbau in England. — In dem Originale des vorliegenden Werkes ist zu wenig über den englischen Steinkohlenbergbau und seine characteristischen Eigenthümlichkeiten gesagt worden, dass sich der Bearbeiter veranlasst sieht, auch in dieser Beziehung ergänzend einzugreifen. Er kann nichts Besseres thun, als aus der

*) Eine genaue Beschreibung dieser Abbaumethode, von Herrn Harmet selbst, findet sich in den *Annales des mines*. 4. *Serie*, *Tom*. *VI*., *p*. 271 *etc*. H.

sollten; ja selbst alle Grubenbaue in der Nähe von Kohlenflötzen, welche schlagende Wetter hervorbringen, sind verdächtig, dass auch sie damit erfüllt sind.

Unzulänglichkeit der chemischen Agentien zur Zerstörung der schlechten Wetter in den Gruben. — Sobald in einem Raume die Lampe nicht brennt, oder sich der Drahtcylinder der Sicherheitslampe mit Feuer erfüllt, ist immer eine nahe Gefahr mit dem Eindringen in denselben verbunden. Die Anwendung chemischen Reagentien zur Absorption oder Zersetzung der schädlichen Gasarten ist ganz ungenügend; theils weil nicht eine innige Berührung beider hervorgebracht werden kann, theils weil die Gasarten sich aus denselben Ursachen wieder erzeugen, welche sie anfänglich hervorgebracht haben. So ist es nicht möglich, die Kohlensäure in Gruben, selbst nicht vor einzelnen Orten, durch Kalkmilch zu zerstören, wenn dieselbe aus Klüften des Gesteins mit einiger Stärke hervortritt.

Früher war es Gebrauch, schlagende Wetter absichtlich in den Gruben zu entzünden, um sie zu zerstören; derselbe war nicht allein gefährlich für die Arbeiter, welche das Gas entzünden mussten, sondern auch für die Gruben, welche dadurch in Brand gesetzt werden konnten, und es war noch der Nachtheil dabei, dass für jeden Volumentheil Kohlenwasserstoff, welcher verbrannt wurde, zwei Volumentheile Sauerstoff verschwanden, und die Luft durch Kohlensäure und Wasserdampf verdorben wurde. Dieser Gebrauch ist jetzt, und mit Recht, abgestellt.

Das Schwefelwasserstoffgas und die Miasmen können in den Gruben nicht durch Chlorgas zersetzt und unschädlich gemacht werden, weil sie in zu grosser Menge vorhanden seyn können.

Nothwendigkeit eines lebhaften und dauernden Wetterwechsels. — Nur dadurch kann die Luft in den Gruben oder in andern unterirdischen Räumen gereinigt werden, dass die schädlichen Gasarten durch eine so grosse Menge von atmosphärischer Luft verdünnt werden, um ihren schädlichen Einfluss zu verlieren. Da diese Gasarten sich aber fortwährend entwickeln, so muss auch die atmosphärische Luft fortdauernd in allen Theilen der Grubenbaue erneuert werden, oder es muss ein ununterbrochener Luftstrom (Wetterwechsel) hergestellt werden, welcher in eine Oeffnung der Grubenbaue eintritt und aus einer andern wieder in die Atmosphäre austritt und die Gasarten auf seinem Wege verdünnt und fortführt.

Um die Luft gesund, ohne schädlichen Einfluss für die Arbeiter zu machen, welche 8, 10 und selbst 12 Stunden täglich darin verbleiben, genügt es nicht, dass eben ein Licht darin brennen kann, oder dass sie nicht explodiren, die Gefahr kann vorhanden seyn, ohne plötzlich bemerkbar zu werden. Bei mangelhaftem Wetterwechsel werden die Arbeiter von einer eigenthümlichen Krankheit, die Anämie, befallen; es ist nicht genau bekannt, ob kleine Mengen von Schwefelwasserstoffgas, Miasmen, die Veranlassung sind, aber die Krankheit verschwindet, wenn ein genügender Wetterwechsel hergestellt wird.

Es treten aber auch Umstände ein, unter welchen es dringend nothwendig ist, in böse oder schlechte Wetter einzudringen, bevor es möglich ist, einen Wetterwechsel herbeizuführen, um Verunglückte zu retten, um eine dringende Gefahr von einem Grubengebäude abzuwenden. In dem letzten Abschnitte sind die Mittel angegeben, welche in diesen Ausnahmefällen angewendet werden müssen.

Allgemeine Eigenschaften der luftförmigen Flüssigkeiten und Gesetze ihrer Bewegung. — Die luftförmigen Flüssigkeiten üben auf die Wände der

sie einschliessenden Räume und auf die Oberfläche aller, in ihnen enthaltenen Körper einen Druck aus, welcher durch die Quecksilbersäule des Barometers gemessen wird. Wenn die Höhe der Quecksilbersäule 75 Centim. bei 0° Temperatur beträgt, so übt die Luft einen Druck aus, welcher dieser Säule entspricht. Da nun 1 Cubm. Quecksilber ein Gewicht von 13,528 Kilogr. besitzt, so beträgt dieser Druck auf 1 Q. M. 13598 × 0,75 Kilogr. = 10198,5 Kilogr.

Die Spannung oder Pressung einer luftförmigen Flüssigkeit nennt man den Druck, in Gewichtseinheiten angegeben, auf eine Flächeneinheit. Das specifische oder das Gewicht eines Cubikmaasses Quecksilber ist nach der Temperatur verschieden; um daher den Druck der Luft aus einer Barometermessung folgern zu können, muss die Temperatur des Quecksilbers angegeben seyn. Das Quecksilber dehnt sich für 1° C. um $\frac{1}{5550}$ seines Volums aus. Nennt man die Temperatur t, so ist das Gewicht von 1 C. M. Quecksilber bei derselben daher 13598 Kilogrammen:

$$1 + \frac{t}{5550} = \frac{13598 \times 5550 \text{ K.}}{5550 + t}$$

Zur Bestimmung des Druckes einer luftförmigen Flüssigkeit in einem Gefässe bedient man sich des Manometers; dasselbe besteht aus einer in drei Armen gebogenen Röhre (Taf. 23, Fig. 1). In der untern Biegung c der beiden Schenkel mc und nc befindet sich eine Flüssigkeit, Quecksilber, Wasser oder Alkohol. Das eine, offene Ende mp steht mit dem Innern des Gefässes, mittelst einer Oeffnung in der Wand AB, in Verbindung, so dass die Flüssigkeit a in einem Schenkel c von der Luft im Innern des Gefässes, in dem andern b von der äussern Atmosphäre gedrückt wird. Der Unterschied in dem Stande der Flüssigkeit in den beiden Schenkeln mc und nc misst der Unterschied des Druckes der äussern Atmosphäre und der Luft im Innern des Gefässes, und da der absolute Druck der Atmosphäre durch das Barometer gemessen werden kann, so wird daraus auch der absolute Druck der Luft in dem Innern des Gefässes bestimmt werden können. Wenn das Manometer mit Quecksilber gefüllt ist und h dessen Niveaudifferenz in beiden Schenkeln in Metern ausdrückt und t die Temperatur desselben ist, so ist die Differenz der Pressung der Luft in dem Gefässe und der äussern Atmosphäre $h + \frac{13598 + 5550}{5550 \times t}$; der innere Druck ist grösser oder kleiner, als der äussere, jenachdem das Quecksilber in dem innern oder äussern Schenkel nc tiefer steht.

Man wendet häufig Wasser oder Alcohol in dem Manometer an, um die Unterschiede des Niveaus auffallender zu machen: es ist aber nothwendig, destillirtes Wasser oder reinen Alcohol zu gebrauchen, um die specifischen Gewichte der angewendeten Flüssigkeit genau angeben zu können. Eine kleine Unbestimmtheit bleibt dennoch, weil die Ausdehnung dieser Flüssigkeiten nicht regelmässig und nicht ganz genau bekannt ist; die Corection wegen der Temperatur findet daher Schwierigkeiten. Wendet man Wasser an, so beträgt das Gewicht von 1 C. M. bei 4° C. 1000 Kilogr., bei 10° C. aber 999,89 Kilogr., bei 20° C. 998,56 Kilogr., bei 30° C. 996,10 Kilogr. Beobachtet man bei Temperaturen, welche dazwischen fallen, so lassen sich die entsprechenden Gewichte leicht durch Interpolation aus diesen Angaben ableiten.

sind sie nothwendig, könnten aber an Zahl und Breite sehr vermindert werden; nach dem zweiten gestatten sie zwar eine sehr bequeme Vermehrung des Förderquantums während der Vorrichtung des Feldes, im Anfange des Betriebes, wirken aber höchst nachtheilig auf einen späteren Abbau zurück. Ihre Anlage ist da von keinem Schaden, wo von Vorn herein von der Gewinnung der Pfeiler abstrahirt wird, und nur übertragen auf die Methoden, welche einen Abbau der Pfeiler bewirken sollen. Auf diese Weise sind die Pfeiler von allen 4 Seiten frei gemacht, dem ganzen Drucke einer grossen Fläche des Hangenden ausgesetzt, bieten zwar bei dem Abbaue viele Angriffspuncte, aber nirgends einen festen und sichern Stoss dar, welcher einen entstehenden Bruch aufhalten könnte. Bei dem Schlesischen, Westphälischen und Saarbrückenschen Kohlenbergbau wird auf den meisten Flötzen ein regelmässiges System der Pfeilervorrichtung und des Abbaues befolgt; nur wenige Flötze erfordern ihrer besondern Beschaffenheit wegen andere Abbaumethoden, entweder Stoss- (vergl. Archiv Bd. 7. S. 411 u. f.) oder Strebbau. Bei diesem Pfeilerbaue gilt es als ein Hauptgrundsatz, dass der Abbau der Pfeiler dem Streckenbetriebe, oder ihre Vorrichtung so schnell, als möglich, folgen müssen. Es ist dazu eine Eintheilung des Baues erforderlich, welche den Abbaustrecken eine bestimmte, durch die örtlichen Umstände und das Verhalten der Flötze näher bezeichnete Länge vorschreibt, weil der Abbau des darüber anstehenden Pfeilers, von den Endpuncten anfangend in entgegengesetzter Richtung, — rückwärts — betrieben werden muss, um die hinterliegenden Theile der Strecke sogleich abwerfen zu können. Eine solche Eintheilung des Baues richtet sich hauptsächlich nach dem Fallen und auch wohl nach der eigenthümlichen Beschaffenheit des Flötzes. Bei sehr flach gelagerten Flötzen, den Englischen am Meisten vergleichbar, werden von der Grundstrecke aus entweder schwebende oder diagonale Vorrichtungsstrecken getrieben, und aus diesen die Abbaustrecken entweder nach beiden oder nach einer Seite grösstentheils streichend 20, 50 auch wohl 100 Lachter lang aufgefahren, wo möglich, von Oben nach Unten anfangend, und der Abbau der Pfeiler, immer aber zuerst beginnend, sobald belegt, als die Strecken die ihnen vorgeschriebene Grenze erreicht haben. In vielen Fällen wendet man auch diagonale Abbaustrecken an, die unmittelbar aus der Grundstrecke, oder aus einer streichenden Hauptstrecke angehauen werden, wie auf den Hauptgruben im Saarbrückenschen allgemein geschieht. Man hat hierbei den Vortheil, sehr schnell zum Pfeilerbau zu gelangen und bei einer grossen Menge von dargebotenen Angriffspuncten grosse Quantitäten liefern zu können, also eine gegebene Flötzfläche sehr schnell abzubauen. In allen diesen Fällen ist angenommen, dass der Betrieb von der Grundstrecke, oder einer streichenden Sohlenstrecke ausgeht. Wendet man flache Schächte, einfallende Strecken an, wie auch in England bei dem Baue der unterhalb der Schachtsohle liegenden Felder geschieht, so können die streichenden Abbaustrecken entweder unmittelbar aus diesen angesetzt oder getrieben werden, oder es werden von dieser aus streichende Sohlenstrecken aufgefahren und dann der Betrieb nach den sonst stattfindenden Verhältnissen eingerichtet, wie oben angegeben ist. Das Erstere wird gewählt, wenn das von dem flachen Schachte aus abzubauende Feld nur kurz ist, die streichenden Abbaustrecken mithin bald ihr Ende erreichen können, um danach die Pfeiler abzubauen; das Letztere, wenn eine grosse streichende Feldeslänge von dem flachen Schachte aus abgebauet werden soll. Die in dem flachen Schachte oder einfallenden Strecke anzuwendende Fördermethode, sowie ihre Verbindung mit der Streckenförde-

rung, ist ebenfalls von Einfluss auf die Einrichtung des Betriebes, alle übrigen Umstände gleichgesetzt.

Die Einrichtung des Baues auf Felder, welche unterhalb der Schachtsohlen liegen, die auf mehreren Gruben bei Lüttich und in dem Worm-Reviere noch in Gebrauch ist, wobei man mit Abbauen sogenannter Gesätze so tief niedergeht, als eine Pfeiler- und Streckenhöhe beträgt, auf der Sohle derselben eine streichende Abbaustrecke auffährt, von dieser aus wiederum niedergeht und ebenso verfährt, und auf eine solche Weise wohl 20 und mehrere Abbaustrecken treibt, kann nur durch ganz locale Verhältnisse gerechtfertigt werden, indem sonst ein flacher Schacht (im Worm-Reviere sogenannter Laufschacht), aus welchem die einzelnen Abbaustrecken angehauen werden, immer den Vorzug verdient.

Bei so flach fallenden Flötzen, wie viele der Englischen (unter 5°), kann man den Abbaustrecken auf den Flötzen beinahe jede beliebige Richtung geben, ohne von dem Ansteigen, welches dieselben dadurch erhalten, gehindert zu werden. In diesen Fällen ist es am Vortheilhaftesten, dieselben quer gegen die Schlechten oder Klüfte zu treiben, welche gewöhnlich in grosser Menge und einander parallel laufend die Flötze durchsetzen. Man erleichtert dadurch die Gewinnung der Kohlen, befördert den Procentfall an Stückkohlen und giebt den stehenbleibenden Pfeilern bei einem gleichen Flächeninhalte die grösste Widerstandsfähigkeit gegen den Druck des Hangenden. Auf vielen Englischen Gruben bringt man diese Regel in Anwendung. Wo die Klüfte in der Kohle sehr ausgezeichnet und offen sind und daher einen sehr bedeutenden Einfluss auf die Gewinnung der Kohlen äussern, wie in dem Worm-Reviere, das Fallen der Flötze selbst auf den flachen Flügeln von 15—30° viel zu stark ist, als dass man die Abbaustrecken in einer andern Richtung, als im Streichen, auffahren könnte, sucht man sich den Vortheil, der aus einer rechtwinklichen Durchbrechung der Klüfte entspringt, dadurch zu verschaffen, dass man den Ortsstoss in einer schrägen Richtung gegen die Strecken und den Klüften parallel hält. Bei breiten Strecken werden hierdurch beinahe alle Vortheile erreicht, welche die Richtung der Abbaustrecken selbst in dieser Beziehung gewähren kann. Die Breite der Abbaustrecken ist hauptsächlich von der Beschaffenheit des Hangenden und Liegenden des Flötzes und von der Menge der Bergmittel abhängig, welche bei der Kohlengewinnung mit herein gewonnen werden müssen. Dieselben werden mit Rücksicht auf diesen letztern Umstand wenigstens immer so breit gefasst werden müssen, dass die Berge in der Strecke selbst Raum finden und keine besondere Bergförderung dabei stattfinden darf; in Bezug auf den ersten Umstand treibt man sie in einer solchen Breite, als ihre Offenerhaltung erlaubt; je besser das Hangende und Liegende ist, je grössere Flächen desselben entblösst werden können, ohne Zimmerung zu bedürfen, desto breiter nimmt man die Abbaustrecken. Der englische Steinkohlenbergbau wird ganz vorzüglich durch die Festigkeit und Haltbarkeit des die dortigen Flötze begleitenden Nebengesteins begünstigt; in den meisten Gruben stehen die Abbaustrecken ganz ohne alle Zimmerung, und nur in wenigen braucht man hie und da einige Stempel, um die Schaale des Hangenden abzufangen. Fortlaufende Reihen von Stempeln, oder gar Kappen mit Stempeln unterfangen, und mit Pfählen darüber verzogene Firsten und Stösse, wie auf den meisten unserer Gruben, sieht man dort nirgends. Bei der grossen Aehnlichkeit der Gesteinsmassen des Kohlengebirges in England und bei uns, sollte man beinahe zu der Annahme verleitet werden, dass die Festigkeit und Haltbarkeit des Nebengesteins theils mit der sehr regelmässigen

Lagerung des Kohlengebirges in England, theils aber auch mit der grossen Teufe zusammenhinge, worin die dortigen Baue zum grössten Theile angelegt sind. Diese letztere Annahme würde auch für uns die erfreuliche Aussicht eröffnen, dass sich der nothwendige Holzverbrauch bei'm Abbau der Flötze vermindern würde, jemehr der Betrieb in der Teufe vorrückt. Auf steiler fallenden Flötzen kommt noch die Rücksicht auf die Fortschaffung der vor Ort gewonnenen Kohlen bis in die Förderstrecke bei der den Abbaustrecken zu gebenden Breite hinzu und verhindert, hierbei ein gewisses Maass zu überschreiten. Da die Abbaustrecken den Zweck haben, die darüber anstehenden Pfeiler zur Gewinnung vorzurichten, so müssen die Förderbahnen an dem ausgehenden Stosse gehalten werden; die bei'm Streckenbetriebe selbst fallenden Kohlen müssen daher aufwärts bis zur Förderbahn geschafft werden, um sie hier einladen zu können. Diess wird um so beschwerlicher, je breiter die Strecken sind, und schreibt eine bestimmte Breite vor, welche nicht ohne Nachtheil überschritten werden kann. Diese Rücksicht fällt auf den sehr flach gelagerten Flötzen beinahe ganz fort, indem es hier ziemlich gleichgültig ist, ob die Kohlen vor Ort herauf oder herunter geschafft werden, und sich auch Einrichtungen mit Leichtigkeit treffen lassen, um die Fördergefässe vor Ort unmittelbar da hinzuschaffen, wo die gewonnenen Kohlen liegen. Sehr wesentlich ist bei der Bestimmung der Streckenbreite die Rücksicht, ob die Abbaustrecken vorzüglich als eine Vorrichtung für den nachfolgenden Pfeilerabbau angesehen werden, oder ob die Kohlengewinnung, die aus ihrem Betriebe entsteht, die Hauptsache ist. In dem ersten Falle wird man dieselben so wählen, dass daraus die Pfeiler am Sichersten und Bequemsten angegriffen werden können, ohne durch eine zu geringe Breite Nachtheil für ihren Betrieb selbst sich zuzuziehen; in dem letzteren Falle treibt man dieselben so breit, als es nur die Umstände erlauben wollen. Es ist hieraus ersichtlich, dass so viele Bedingungen bei der Wahl der zweckmässigsten Streckenbreite zu erfüllen sind, dass sich etwas Allgemeines darüber kaum festsetzen lässt, indem dieselben einander bisweilen aufheben und widersprechen; sondern dass nur aus dem Zusammenfassen aller örtlichen Verhältnisse in jedem einzelnen Falle ein bestimmtes Urtheil, was gerade hier das Zweckmässigste ist, gefällt werden kann, wie bei so vielen andern Gegenständen, die die Praxis des Bergbaues betreffen.

Rücksichtlich des Pfeilerbaues finden in England daher folgende Verschiedenheiten statt: 1) Breiter Streckenbetrieb; die Pfeiler zwischen demselben sind nicht stärker, als es zur Unterstützung des Hangenden eben nothwendig ist *(working by post and stall)*, und bleiben gänzlich als Bergfesten stehen; 2) minder breiter Streckenbetrieb; die Pfeiler sind stärker, als es zur Abhaltung nothwendig ist; dieselben sind zu einer künftigen Gewinnung bestimmt, nach der ein ganzes Schachtfeld vorgerichtet ist, und werden wenigstens theilweise durch eine nochmalige Durchörterung gewonnen; 3) schmaler Streckenbetrieb und breite Pfeiler, deren Abbau in einzelnen Feldesabtheilungen rückwärts von Hinten nach Vorne bewirkt wird *(pannel work)*.

Sobald Kohlenflötze so nahe aneinander liegen, dass durch den Abbau und die Vorrichtung derselben das obere dadurch zu Bruche gehen würde oder seinen Abbau sehr erschwert, liegt die Regel sehr nahe, die Flötze vom Hangenden nach dem Liegenden anzugreifen und abzubauen. Wenn dieselben aber so weit voneinander entfernt sind, dass ein solcher Schaden dabei nicht zu befürchten, so lässt man sich gewöhnlich in England, wie bei uns, durch andere Rücksichten leiten, vorzugsweise ist das Eine und das Andere zu dem ersten Angriffe zu bestimmen; dass hier häufig die besten und vor-

züglichsten Flötze gewählt werden, ist sehr natürlich und kann im Allgemeinen durchaus nicht getadelt werden, solange wir Flötze für unbauwürdig erklären, deren Kohlen zwar ebenso gute Dienste leisten, als die, welche gefördert werden, deren Gewinnung aber ebensoviel, oder mehr kostet, als der Verkaufspreis beträgt.

Betrieb breiter Strecken. — Die Vorrichtung mit breiten Strecken, als die in England noch am Meisten angewendete, verdient daher einer nähern Betrachtung.

Auf der Clydachgrube in Südwales, Fig. 9, Taf. 20 *A*, werden auf dem 5 bis $5\frac{1}{2}$ Fuss mächtigen Flötze, welches höchstens 5° fällt, aus der Grund- oder streichenden Hauptförderstrecke unmittelbar diagonale Abbaustrecken von 6 Yards (etwa $2\frac{3}{4}$ Lachter) Breite getrieben, die bei dem flachen Fallen nur ein sehr geringes Ansteigen von $2—2\frac{1}{2}$° erhalten. Die dazwischen liegenden Pfeiler, welche 10 Yards ($4\frac{3}{4}$ Lachter) Stärke erhalten, werden durch beinahe im Streichen getriebene Strecken von $2\frac{3}{4}$ Lachter Breite durchörtert, welche $4\frac{3}{8}$ Lachter voneinander entfernt sind. Diese Strekken erhalten nur da, wo es erforderlich ist, Stempel. Die Grundstrecken und Hauptförderstrecken, welche etwa 220 Lachter Länge erreicht haben, sind ebenfalls $2\frac{3}{4}$ Lachter breit getrieben, stehen theils in Gewölbmauerung, theils in Stossmauerung oder im festen Kohl. Die bei dem hie und da erforderlichen Nachreissen fallenden Berge sind an beiden Stössen versetzt. Auf diese Weise wird das ganze Feld vorgerichtet, ehe man zu dem Abbaue der Pfeiler übergeht. Der Flächeninhalt der Strecken beträgt hierbei 61, und der Flächeninhalt der stehen gebliebenen Pfeiler 39 Procent der ganzen Flötzfläche. Die Pfeiler würden eine für den Abbau bei dem ganz vorzüglich Hangenden sehr geeignete Breite haben, wenn dieselben nicht durch die vielen Querörter unganz gemacht worden wären. Die Fläche der diagonalen Abbaustrecken beträgt nur 37 Procent der ganzen Flötzfläche, und hiermit begnügt man sich nicht für den ersten Angriff des Flötzes, weil man aus Erfahrung weiss, wie wenig sicher auf den Pfeilerabbau zu rechnen ist. Eine Verminderung der Quer- oder Theilungsörter würde zwar anfänglich weniger Kohlen aus demselben Felde liefern lassen, sich aber durch Erleichterung des Pfeilerabbaues späterhin reichlich ersetzt machen. Eine Breite von $2\frac{3}{4}$ Lachter genügt bei dem $\frac{3}{4}$ Lachter mächtigen Flötze für eine leichte Gewinnung der Kohlen und würde bei breiteren Strecken der Häuer um so weniger im Stande seyn, mehr zu leisten, als er dann wenigstens mit einiger Zimmerung beschäftigt werden würde.

Auf der Dowlaisgrube, Fig. 10, Taf. 20 *A*, wo 3—8 Fuss mächtige Flötze gebauet werden, treibt man schwebende oder etwas diagonale Vorrichtungsstrecken, in Entfernungen von einigen 40—50 Lachter (100—120 Yards), dieselben erhalten gegen 200 Yards (87 Lachter) Länge. Aus denselben werden streichende Abbaustrecken von $3—3\frac{1}{2}$ Lachter (7—8 Yards) Breite getrieben, zwischen denen schmale Pfeiler von 4—5 Yards ($1\frac{3}{4}—2\frac{1}{4}$ Lachter) Stärke stehen bleiben. Diese Pfeiler sind selbst zu schmal, um regelmässig durch Querörter getheilt zu werden, nur der Wetter wegen durchschauet man dieselben hie und da. Der Flächeninhalt der Strecken beträgt $62\frac{1}{2}$ Procent von der gesammten Flötzfläche und wird auf eine sehr leichte Weise und sehr schnell nach wenigen Vorbereitungen gewonnen; dagegen sind die in den Pfeilern stehenbleibenden $37\frac{1}{2}$ Procent der Flötzfläche auf immer, ohne alle Hoffnung auf irgend eine spätere Gewinnung, verloren.

In dem Principe ist dieses Abbausystem demjenigen gleich, welches man auf der Haighgrube bei Wigan in Lancashire, Fig. 11, Taf. 20 *A*, auf welcher das 2—3 Fuss mächtige Kennelkohlenflötz aus einem 45 Lachter tiefen Schachte gebauet wird, befolgt.

Die Grundstrecke und die streichenden Hauptstrecken, welche mit dieser durch Hauptförderdiagonalen verbunden sind, erhalten nur $\frac{7}{8}$ Lachter (2 Yards) Breite. Aus diesen werden diagonale, beinahe schwebende Abbaustrecken von $4\frac{1}{2}$ Yards (2 Lachter) Breite, 60—80 Yards (26—35 Lachter) lang getrieben. Die zwischen diesen Strecken stehen bleibenden Pfeiler haben nur eine Stärke von $1\frac{1}{2}$ Yards ($\frac{5}{7}$ Lachter oder genauer $53\frac{1}{2}$ Zoll), und diese dürfte wohl nur bei so gering mächtigen Flötzen und bei so festen Kohlen, wie die Kennelkohle, irgend anwendbar seyn. An einen Abbau dieser schwachen Pfeiler kann natürlich nicht gedacht werden.

Die streichenden Strecken erhalten gegen 130 Lachter Länge, so dass die Schächte etwa 260 Lachter im Streichenden auseinander stehen, was mit ihrer Tiefe in einem natürlichen und richtigen Verhältnisse zu stehen scheint. Die stehen bleibenden Pfeiler nehmen nur $\frac{1}{4}$ der ganzen Flötzfläche ein, und es stellt sich daher auf dieser Grube ein vortheilhafteres Verhältniss der abzubauenden zu der stehenbleibenden Fläche heraus, als bei den andern früher betrachteten Gruben, was nicht in dem Systeme, sondern in der geringen Mächtigkeit des Flötzes, in der Festigkeit der Kohle begründet ist. Holzersparniss ist in diesem Falle die einzige Rücksicht, der diese auf immer verlornen Pfeiler zum Opfer gebracht werden, denn bei der geringen Stärke derselben ist es nicht wahrscheinlich, dass sie lange Zeit hindurch im Stande sind, Brüche des Hangenden zu verhüten, die unter solchen Verhältnissen sehr unregelmässig entstehen, und in Hinsicht auf die Zuführung der Wasser vielleicht noch nachtheiliger wirken, als wenn durch einen reinen Abbau sich das Hangende fest zusammensetzt.

Pfeilerabbau. — Auf der Grube Killingworth, *Fig.* 12, Taf. 20 *A*, wurde bei unserer Anwesenheit Abbau auf dem Flötze *High main seem* geführt. Das Flötz ist 6 Fuss ($\frac{7}{8}$ Lachter) mächtig, hat theils festen Sandstein zum Hangenden, theils eine Lage von 1—$1\frac{1}{2}$ Fuss Schieferthon, welcher in den Strecken hereingeschlagen werden muss, weil er sich nicht hält. Das Schachtfeld, man kann eigentlich sagen das gesammte Grubenfeld, wenigstens dasjenige, welches in einem zusammenhängenden Bergbauplane gefasst wird, war, durch Streckenbetrieb vorgerichtet, auf Pfeiler gesetzt worden, bevor man zu dem Abbaue derselben übergegangen war. Zwischen diesen beiden Arbeiten lag ein Zeitraum von 15 Jahren; die sämmtlichen Abbaustrecken waren in demselben zu Bruche gegangen, und es musste nun ein neues System von Strecken getrieben werden, um zu den Pfeilern gelangen und deren Abbau einleiten zu können. Hierbei konnte die Anwendung der Zimmerung gar nicht umgangen werden, und die Aufgewältigung der zu durchörternden alten Strecken verursachte viele und kostbare Hülfsarbeiten. Das zuerst durchgeführte System besteht in Abbaustrecken von 4 Yards ($1\frac{3}{4}$ Lachter) Breite, welche gewöhnlich steigend aus den streichenden Hauptförderstrecken aufgefahren sind, welche Pfeiler von 10 Yards ($4\frac{3}{8}$ Lachter) Stärke zwischen sich lassen. Diese letzteren sind durch Querörter von $2\frac{1}{2}$ Yards ($1\frac{1}{8}$ Lachter) Breite getheilt, die in Entfernungen von 20 Yards ($8\frac{3}{4}$ Lachter) voneinander angesetzt sind. Bei dem Zubruchegehen dieser Strecken, in denen die vielen kleinen Kohlen, die nicht mit gefördert werden, da sie keinen Absatz finden, versetzt sind, haben auch die Pfeiler gelitten, und sind an ihren Rändern unganz, zerklüftet und durch die Einwirkung des Wetterzuges ganz unbrauchbar geworden. Das Kohl sieht rostig aus, hat seine Brennkraft theilweise verloren und würde bei der Gewinnung nur wenig oder gar keine Stückkohlen liefern können. Von der Hauptförderstrecke aus werden, wenn der Zustand des Hangenden es erlaubt, nur Abbaustrecken von $1\frac{3}{4}$ Lachter Breite, so nahe, als thunlich, an dem

einen Rande des Pfeilers, aufgefahren, welche sich aber nicht wohl weiter, als über die Länge von 2 Pfeilern, fortsetzen lassen; und auf diese Weise werden Pfeiler vorgerichtet, welche $1\frac{3}{4}$—2 Lachter Stärke an gutem und brauchbarem Kohl enthalten. Diese neuen Strecken müssen mit doppelten Reihen von Stempeln verzimmert werden.

Der Abbau dieser so vorgerichteten Pfeiler folgt unmittelbar auf diese neue Vorrichtung, und wird dabei ein grosser Theil des in der Strecke verbaueten Holzes und des zum Pfeilerbaue selbst angewendeten wiedergewonnen. Wenn das Hangende schon stärker auf die Pfeiler gewirkt hat und die Entblössung so grosssr Flächen desselben, wie der soeben beschriebene Bau voraussetzt, ohne einen grossen Holzaufwand nicht mehr möglich erscheint, so treibt man mitten in den Pfeilern schmale $\frac{7}{8}$ Lachter breite Strecken und nimmt aus diesen rückwärts aus beiden Stössen soviel fort, als ohne Gefahr für die Arbeiter und ohne grossen Holzaufwand geschehen kann. Der Zweck, den man sich augenscheinlich im Anfange des Betriebes vorgesetzt hatte, sämmtliche Pfeiler rein abzubauen, wird hiernach nur sehr unvollständig erreicht, und mit einem beträchtlichen Kostenaufwande, der noch durch die Aufgewältigung mehrerer Hauptförderstrecken, welche etwa 20 Lachter voneinander entfernt liegen, beträchtlich vermehrt wird. Die zuerst getriebenen Abbaustrecken nehmen 36 Procent der ganzen Flötzfläche ein, und in den Pfeilern hat man 64 Procent stehen lassen. Die zur Vorrichtung der Pfeiler unmittelbar vor dem Abbaue getriebenen Strecken nehmen im günstigsten Falle 25 Procent, im ungünstigsten $12\frac{1}{2}$ Procent der gesammten Flötzfläche ein. In den Strecken sind daher überhaupt 49—61 Procent der gesammten Flötzfläche zu gewinnen; und für den eigentlichen Abbau bleiben demnach 39—51 Procent übrig. In dem günstigsten Falle gehen daher bei diesem Abbaue 16 Procent, im ungünstigsten gewiss 40 Procent der Flötzfläche verloren, wobei die in dem Baue zurückbleibenden kleinen Kohlen noch nicht einmal berücksichtigt sind. Bei dem ersten Streckenbetriebe zeigt sich das Flötz so fest, dass nach dem Schrämen und Schlitzen das Kohl hereingeschossen werden muss; bei der spätern Vorrichtung der Pfeiler bewirkt indessen schon der Druck des Hangenden eine solche Zersprengung der Kohlenbänke nach den Schlechten, dass die Gewinnung sehr leicht wird, aber der Abbau auch mehr Holz erfordert, von dem auch um soviel mehr bei'm Rauben verloren geht. Der Pfeilerbau, der gerade hier, durch locale Verhältnisse begünstigt, ausserordentliche Vortheile gewähren könnte, wenn dem ganzen Baue eine solche Einrichtung gegeben worden wäre, dass derselbe dem Streckenbetriebe unmittelbar hätte nachfolgen können, leistet gar nichts und verursacht mehr Kosten, als der Streckenbetrieb. Diese Rücksichten haben daher auch so häufig dazu beigetragen, die Pfeiler auf immer aufzugeben. Jemehr indessen die Felder zusammenrücken, jemehr die Grundbesitzer über die Verluste aufgeklärt werden, die ihnen dadurch als Eigenthümer des Unterirdischen erwachsen, umsomehr wird man diese Einrichtung verlassen. Aber diese Fortschritte zum Bessern sind langsam.

Auf der noch verhältnissmässig neuen Grube Hetton bei Sunderland, Fig 13, Taf. 20 *A*, geht man einem ähnlichen Ergebnisse entgegen, wie es auf Killingworth bereits erreicht ist. Man setzt ein ungeheueres Feld, welches sich schon gegenwärtig auf etwa 900,000 Q. Lachter (den 14. Theil einer Quadratmeile) schätzen lässt, auf Pfeiler; beabsichtigt damit, soweit fortzufahren, als die Förderungskräfte noch dem Hauptschachte, und als die jetzt gemachten und noch künftig zu machenden Erwerbungen eine Ausdehnung des Baues auf zwei 34 Lachter seiger voneinander liegenden

Flötze erlauben, von denen das obere High main coal nicht so stark angegriffen ist, als das untere Hutten seem, und die eine gleiche Mächtigkeit von $6\frac{1}{2}$ Fuss (etwa 75 Zoll preuss.) haben. Der Grund, warum man nicht früher zu dem Abbaue übergehen will, liegt in der Schwierigkeit, den Wetterwechsel dabei in einer solchen Ordnung zu erhalten, wie ihn die Sicherheit der Grube erfordert, und in der Furcht, die Wasserzuflüsse, welche in den sandigen Schichten zwischen dem Kohlengebirge u. dem Magnesiakalkstein in dem Schachte in 43 Lachter Tiefe in grosser Menge erschroten und nach vielen Schwierigkeiten abgedämmt worden sind, in die Baue herabzuziehen, wodurch ein völliges Ersaufen derselben die Folge seyn würde, indem nicht so grosse Kräfte herbeigeschafft werden könnten, um dieselben zu gewältigen. Das einzige Mittel, welches ausser einer grösseren Stärke der Pfeiler angewendet wird, um deren Abbau künftig zu sichern, besteht darin, dass man einzelne Bauabtheilungen bildet, zwischen denen stärkere Sicherheitspfeiler stehen bleiben, und die nur mit den zur Förderung und Wetterwechsel nöthigen Strecken durchörtert werden. Diese Sicherheitspfeiler sollen nicht allein dazu beitragen, den Druck des Hangenden auf die einzelnen Pfeiler zu vermindern und desshalb zu ihrer bessern Conservation beitragen; sondern sie sollen auch ein Mittel gewähren, den Wetterzug von solchen einzelnen Bauabtheilungen gänzlich abzuschneiden, während kein Betrieb darin stattfindet, um denselben auf die belegten Arbeitspuncte desto kräftiger hinleiten zu können. Von den Grundstrecken aus treibt man in's Ausgehende und in's Einfallende flache Schächte (schwebende oder fallende Strekken), aus diesen Hauptförderstrecken, aus welchen die Abbaustrecken, grösstentheils steigend, bisweilen auch abfallend und nach den Localumständen etwas diagonal, angesetzt werden. Dieselben sind 4 Yards ($1\frac{7}{8}$ Lachter) breit; die dazwischen stehen bleibenden Pfeiler, dem Zustande des Hangenden nach, 13—18 Yards ($5\frac{5}{8}$—$8\frac{7}{8}$ Lachter). Auch nimmt man bei jeder Pfeilerstärke wohl darauf Rücksicht, dass diejenigen, welche, dem Abbauplane gemäss, am Längsten stehen bleiben sollen, stärker, als diejenigen, seyn müssen, deren Gewinnung in einem kürzeren Zeitraume möglich wird. Diese Pfeiler werden von 26 zu 27 Yards ($11\frac{3}{8}$ Lachter) mit Durchhieben von 2 Yards ($\frac{7}{8}$ Lachter) Breite durchörtert. Eine Arbeit, die keine Kohlengewinnung beabsichtigt, sondern lediglich des Wetterwechsels wegen getrieben werden muss. Die Abbaustrecken erhalten eine Länge von 200 Yards (87 Lachter), welches etwa die Entfernung der einzelnen Hauptförderstrecken voneinander ist. Bei diesem Baue nehmen die Strecken nur 24—29 Procent der ganzen Flötzfläche ein, also beträchtlich weniger noch, als bei dem Baue auf Killingworthgrube. Wieviel der Pfeilerabbau von den stehen bleibenden 71—76 Procent noch gewinnen wird, kann nur die Erfahrung vieler Jahre erweisen, denn obgleich auf diesem einzigen Puncte jährlich über 6 Millionen Centner (1 Centner = 1 preuss. Scheffel oder $\frac{1}{4}$ Tonne) gefördert werden, so würde es doch hiernach gegen 50 Jahre währen, bevor das 900,000 Quadratlachter haltende Feld auf den beiden Flötzen High main coal und Hutton seem völlig rein abgebauet werden könnte. Ob daher die Anwendung, welche von dem Baue einzelner Feldesabtheilungen (*pannelwork*) auf dieser Grube gemacht ist, sich wirklich so vortheilhaft bewähren wird, als es derselbe seinem Principe nach seyn soll und seyn kann, muss dahingestellt bleiben, im günstigsten Fall gehört zur Entscheidung dieser Frage ein so langer Zeitraum, dass nur die Nachkommen das Resultat erfahren, was für sie bei fortschreitenden Verbesserungen vielleicht nicht einmal von Wichtigkeit seyn wird. Bei der Länge der Zeit, die voraussichtlich auf dieser Grube zwischen dem Streckenbetriebe und dem An-

Meter, von welchem 50 M. abgezogen werden müssen, weil die Bewegung aufwärts, der Wirkung der Schwere entgegen, stattfindet, um die bewegende Höhe zu ermitteln, die daher 246,45 M. wird. Daraus folgt aber $Q = 4{,}429 \sqrt{\frac{246{,}45}{23547}} = 0{,}454$ C. M. und $V = \frac{Q}{a} = \frac{0{,}454}{0{,}007854} = 57{,}8$ M.

Es ist daher in diesem letzteren Falle die Ausströmungsmenge und Geschwindigkeit bedeutend grösser, als in dem ersteren, weil das specifische Gewicht des Kohlenwasserstoffgases viel geringer ist, als das der atmosphärischen Luft; ein umgekehrtes Resultat wird erhalten, wenn der Gasometer, mit einem Gase gefüllt, angenommen worden wäre, dessen specifisches Gewicht grösser, als das der atmosphärischen Luft, ist, wie etwa des kohlensauren Gases.

Dieses Beispiel zeigt, dass die Einwirkung der Schwere nicht vernachlässigt werden darf, wenn das specifische Gewicht des Gases, welches sich in einer Röhrenleitung bewegt, von dem der atmosphärischen Luft sehr verschieden ist. Dieser Umstand ist bei den Gasbeleuchtungsanstalten sehr bemerkbar, ungeachtet das specifische Gewicht des Leuchtgases sich weniger von dem der atmosphärischen Luft entfernt, als das specifische Gewicht des reinen Kohlenwasserstoffgases.

Annähernde Gleichung für die Bewegung einer Flüssigkeit in dem Falle, dass ihre Temperatur bei dem Durchgange durch die Leitung Veränderungen erleidet. — Ein Umstand muss bei der Bewegung der Gase noch berücksichtigt werden, welcher in den Veränderungen der Temperatur derselben liegt, die bei dem Durchgange durch ein Röhrensysem eintreten. Dieselben können oft ganz allein die Ursache der Bewegung seyn, sie sind von Einfluss auf die bewegende Höhe und auf die Widerstände. An das Reservoir R schliesst sich eine Röhrenleitung von A bis H (Taf. 23, Fig. 5) an, welche nicht in einer horizontalen Ebene liegt. In dem Reservoir ist eine constante Pressung und Temperatur. In der Leitung befinden sich mehrere Verengerungen d, d', d''. Es sey T_0 die Temperatur in dem Reservoir R; T, die Temperatur des Gases an der Ausströmungsöffnung H; $t_1, t_2, t_3, t_4, t_5, t_6$, die resp. Temperatur bei den Puncten B, C, D, E, F, G, der Röhrenleitung; ferner h_1, h_2, h_3, h_4 die senkrechten Höhen der Theile der Röhrenleitung AB, CD, EF, GH, welche durch die horizontalen Stücke BC, DE und FG miteinander verbunden sind; h'_0 die Quecksilbersäule auf 0° Temperatur reducirt, welche die Pressung des Gases im Reservoir R bei dem Anfangspuncte A der Röhrenleitung anzeigt; h_1' die Quecksilbersäule, welche den atmosphärischen Druck an der Ausströmungsöffnung H misst.

Der Theil der bewegenden Höhe, welcher aus dem Ueberschusse der Pressung in dem Reservoire R gegen die Atmosphäre hervorgeht $\left(\frac{\pi}{q} . h\right)$, bestimmt sich dadurch, dass $\pi = 13598$ Kilogr.; q das Gewicht eines C. M. des Gases bei der Pressung h_1' und der Temperatur $T_1 = q_1$ und $h = h_0' - h_1'$ wird. Die senkrechten Theile der Röhrenleitung liefern Glieder für den Ausdruck der bewegenden Höhe; positive, diejenigen, in denen das Gas fällt, negative diejenigen, in denen dasselbe steigt. Der Werth jedes Gliedes besteht aus dem Producte der Höhe mit dem Verhältnisse $\frac{1 + 0{,}00375\, T_1}{1 + 0{,}00375\, \vartheta}$; worin ϑ die mittlere Temperatur in dem entsprechenden Röhrentheile bezeichnet. Für

den Röhrentheil AB hat man daher $+ h_I \times \dfrac{1 + 0{,}00375\, T_I}{1 + 0{,}00375 \dfrac{T_0 + t_I}{2}}$;

für den Theil CD: $- h_2 \times \dfrac{1 + 0{,}0375\, T_I}{1 + 0{,}00375 \dfrac{t_2 + t_3}{2}}$;

für den Theil $EF + h_3 \times \dfrac{1 + 0{,}00375\, T_I}{1 + 0{,}00375 \dfrac{t_4 + t_5}{2}}$;

endlich für den Theil $GH - h_4 \times \dfrac{1 + 0{,}00375\, T_I}{1 + 0{,}00375 \dfrac{t_6 + T_I}{2}}$. Wenn man daher die Summe dieser einzelnen Ausdrücke M nennt, so ist die ganze bewegende Höhe $\dfrac{13598}{q_I} \cdot (h'_0 - h'_I) + M$. Es wird dabei vorausgesetzt, dass sich die Temperatur in den senkrechten Theilen der Röhrenleitung gleichförmig ändert.

Der Ausdruck D bleibt aus Gliedern von derselben Form zusammengesetzt, wie bei einer constanten Temperatur, nur ergeben sich dabei folgende Modificationen.

1) Das Glied, welches den Widerstand bezeichnet, den das Gas erleidet, wenn es den Theil AB der Röhrenleitung durchläuft, besteht nur aus zwei Werthen $2\beta \dfrac{P}{A} \dfrac{L}{A^2} \times \dfrac{1 + 0{,}00375\, \vartheta}{1 + 0{,}00375\, T_I}$; wo ϑ wieder die mittle Temperatur in dem Theile AB der Röhrenleitung bezeichnet; der zweite Werth ist

$$\frac{4{,}6}{A^2} \log. \frac{1 + 0{,}00375\, t_m}{1 + 0{,}00375\, t_{m-I}} \times \frac{1 + 0{,}00375\, \vartheta}{1 + 0{,}00375\, T_I};$$

worin t_m die Temperatur am Anfange des Theiles AB der Röhrenleitung und t_{m-I} dieselbe am Ende dieses Theils bezeichnet; das Glied für den Widerstand des Gases in den Theil AB ist daher $\left(2\beta \dfrac{P}{A} \cdot \dfrac{L}{A^2} + \dfrac{4{,}6}{A^2} \log. \dfrac{1 + 0{,}00375\, t_I}{1 + 0{,}00375\, T_0}\right) \dfrac{1 + 0{,}00375 \dfrac{T_0 + t_I}{2}}{1 + 0{,}00375\, T_I}$.

Der zweite Theil dieses Gliedes ist positiv, wenn t_I grösser als T_0 ist oder, positiv, wenn die Temperatur zunimmt, negativ, wenn sie abnimmt. Wenn die Temperatur t_I und T_0 nur wenig voneinander verschieden sind, so wird der Quotient $\dfrac{1 + 0{,}00375 t_I}{1 + 0{,}00375 T_0}$ sehr nahe 0 werden und wenn dagegen $\beta \dfrac{P}{A} \cdot L$ einen grossen Werth bezeichnet, so wird der zweite Theil dieses Ausdruckes in Bezug auf den ersten vernachlässigt werden können.

2) Das Glied, welches den Kraftaufwand bezeichnet, welcher zu Hervorbringung der Geschwindigkeit bei'm Eintritte in einen engeren Röhrentheil, oder bei'm Durchgange durch eine Verengerung erforderlich ist, besitzt dieselbe Form, wie bei der constanten Temperatur, nur muss es mit dem Ausdruck $\dfrac{1 + 0{,}00375\, \vartheta}{1 + 0{,}00375\, T_I}$ multiplicirt werden,

eingewonnen; ein Verfahren, welches sich unter ähnlichen Verhältnissen auf mehreren unserer Gruben als zweckmässig, die Gewinnungskosten ermässigend, bewährt hat. Bei der Gewinnung dieses Firstkohles findet immer einiger Verlust statt, der in dem oben angegebenen noch nicht mit eingeschlossen ist.

Einen sehr reinen Abbau führt man auf der Elton head-Grube bei Sutton (zwischen Prescot und Warrington) in Lancashire, wiewohl sich dieselbe sonst durch keine besondere Vorrichtungen auszeichnet. Es werden hier in 54 Lachter Teufe mehrere Flötze, besonders ein 6 Fuss ($\frac{7}{8}$ Lachter) mächtiges, gebauet, dessen Unterbank der Kennelkohle sehr ähnlich ist. Das Fallen beträgt 8—10°. Aus der Hauptförderstrecke in der Schachtsohle werden schwebende, oder wenn es das Fallen erfordert, etwas diagonale Strecken, in Entfernungen von 30 Yards (13 Lachter) aufgefahren, so hoch als die abzubauende Pfeilerhöhe es erforderlich macht. Aus diesen Strekken werden streichende Abbaustrecken getrieben, welche daher nur sehr kurz werden, 30 Yards (13 Lachter) lang, und einen sehr schnellen Abbau der zwischen ihnen bleibenden 5—7 Yards ($2\frac{1}{8}$—3 Lachter) breiten Pfeiler erlauben. Die Strecken selbst sind nur schmal, 4—5 Fuss ($\frac{5}{8}$ Lachter) weit. Die Pfeiler werden rückwärts und von Oben nach Unten streichend abgebauet. Bei der Anwendung von wenigen Stempeln und bei dem Rauben derselben gehen doch nur wenige Kohlen verloren, indem man an dem oberen Pfeilerstosse in die darüber liegende zu Bruche geworfene Abbaustrecke durchzuhauen vermeidet. Dieser Verlust ist etwa auf 5—7 Procent der ganzen Flötzfläche zu schätzen und daher beträchtlich geringer, als bei irgend einer anderen in England befolgten Abbaumethode. Die Leichtigkeit, die im Streichenden fortrückenden Baue durch Abteufung mehrerer Schächte mit Wettern zu versorgen, die geringen Wasserzuflüsse der oberen Gebirgsschichten, welche fortwährend aus der tiefsten Sohle gehalten werden, entfernen hier die meisten Schwierigkeiten, welche sich auf den tiefen Gruben in Northumberland, Durham und Cumberland der Einführung eines so regelmässigen Abbaues entgegenstellen.

Ein übersichtliches Bild von dem Abbaue der etwa 2—3 Meter mächtigen und schwach geneigten Kohlenflötze im nördlichen England, namentlich bei Newcastle am Tyne in Northumberland und bei Whitehaven in Cumberland, giebt Fig. 3 *bis*, Taf 21. Die beiden Schächte *A* und *P* sind an dem möglichst tiefsten Grunde des Flötzes abgesunken. Von dem Förderschachte *A* aus ist eine schwebende Strecke bis zur obern Markscheide des Grubenfeldes getrieben worden. Dieselbe ist zu gleicher Zeit auch Hauptförderstrecke. Die Vorrichtung und der Abbau sind auf der Figur so deutlich dargestellt, dass wir nichtsweiter darüber zu sagen brauchen.

Abbau mächtiger und sehr steil fallender Kohlenflötze durch abwärts gehende Stockwerke. — Die zu gleicher Zeit mächtigen und sehr steil fallenden Lagerstätten können ebenfalls stockwerksartig von Oben nach Unten abgebauet werden. Die Abbaue und die Pfeiler eines jeden Stocks liegen alsdann in einer söhligen Ebene und querschlägig auf der Lagerstätte. Die ersten Strecken werden streichend getrieben. Die Förderstrecke muss im Liegenden befindlich seyn, sowie die geneigten Strecken auf dem Fallen der Lagerstätte, auf den die gewonnenen Mineralien zuweilen zu den Füllorten gefördert werden, die in einem Stocke vorhanden sind, welches unter dem eben im Betriebe befindlichen liegt. Eine andere Strecke ist unter dem Dache getrieben, und wenn es die söhlige Entfernung zwischen Dach und Sohle gestattet, so kann man das zwischen ihnen befindliche Grubenfeld durch eine oder

durch mehrere andere parallele Strecken vorrichten, so dass lange Pfeiler entstehen, die sich streichend bis zur Markscheide des Grubenfeldes erstrecken. Diese Pfeiler werden abgebauet, indem man von Hinten nach der Grundstrecke vorgeht.

Die sehr mächtigen und stark abfallenden Lagerstätten, auf denen das mitbrechende taube Gestein zum Versatze unzureichend ist, bieten übrigens bei'm Abbaue die grössten Schwierigkeiten dar. Es befinden sich in diesem Falle mehrere französische bauwürdige Steinkohlenflötze; wie, z. B., das Flötz, welches zu Creusot im Saône- und Loire-Departement abgebauet wird, die Anthracitlager in der Gegend von Mure im Isère-Departement, die bei Alais, in der Concession von Rochebelle im Gard-Departement, gewonnenen Flötze, mehrere Theile des grossen Steinkohlenflötzes bei Decazeville und an andern Puncten des Beckens von Auvin im Aveyron-Departement etc.

Gewinnung des Anthracits zu la Mure. — Der Abbau der Anthracitlager von la Mure, durch Stockwerksbaue von Oben nach Unten, ist von Herrn Giroud, einem Concessionair dieser Gruben, im 9. Bande der 3. Reihe der *Annales des mines* beschrieben worden. Auf den Flötzen von la Rivoire und du Peychagnard, die an vielen Puncten ein sehr starkes Fallen haben, und deren Mächtigkeit von 5—12 Metern wechselt, hat man das Steinkohlenfeld, welches zwischen den alten Bauen am Ausgehenden und dem Stollen liegt, in Stockwerke getheilt, deren seigere Höhe 4,50 bis 5 Meter beträgt. In jedem Stockwerke, Fig. 4, 5 und 6, Taf. 22, hat man zwei streichende Strecken, die eine am Liegenden und die andere am Hangenden getrieben, und mit Querschlägen durchschlägig gemacht, welche durch 10 Meter mächtige Steinkohlenpfeiler voneinander getrennt sind. Beide Arten von Strecken sind etwa 2 Meter hoch, so dass 2,50 bis 3 Meter mächtiger Anthracit zwischen den Försten der Strecken eines Stockwerks und der Sohle der Strecken des obern Stockwerks stehen bleiben. Dieser Anthracit wird zu gleicher Zeit mit den Pfeilern zwischen den Querschlägen abgebauet. Die Gewinnung der Pfeiler geschieht, indem man am entferntesten Ende des obern Stockwerks, über welchem die alten Baue befindlich sind, beginnt. Man treibt zuvörderst eine den Querschlägen parallele Strecke, welche einen 1—1,50 Meter mächtigen Kohlenpfeiler zwischen sich und den zur Seite befindlichen Brüchen oder der Markscheide des Grubenfeldes zurücklässt. Darauf durchörtert man diesen Pfeiler, Fig. 5, Taf. 22, durch fast 1 Meter breite Strecken, so dass man nur kleine Anthracitpfeiler stehen lässt, deren Durchschnitt ein Quadrat von 1 — 0,50 Meter Seite ist, jenachdem der Anthracit eine grössere oder geringere Festigkeit hat. Man gewinnt darauf das Förstenkohl des in Abbau stehenden Stockwerks; die Häuer stehen zu dem Ende auf Bergen oder auf den kleinen Kohlen, welche in den Gruben zurückbleiben. Der Theil, von welchem das Förstenkohl gewonnen wird, hat stets nur eine geringe Oberfläche von 2—2½ Quadratmeter. Man gelangt in die obern Brüche, welche in das im Abbau begriffene Stockwerk eindringen, und welche man durch Mauern erhält, die quer durch die Strecken geführt werden, und die auf dem noch unangerührten Theil des Pfeilers stehen. Die kleinen Kohlen, welche etwa ⅕ von dem Ganzen betragen, lässt man als nutzlos in der Grube zurück. Wenn der Abbau des obern Stockwerke 40—50 Meter weit vorgeschritten ist, und wenn sich die Brüche gesetzt haben, so kann man die Pfeiler des untern Stocks ebenfalls in Abbau nehmen.

Ein Häuer gewinnt bei'm Streckenbetriebe mit der Keilhaue täglich 1600 Kilogrammen verkäuflichen Anthracit, und wenigstens 400 Kilogrammen kleine Kohlen, welche in der Grube zurückgelassen werden.

Bei'm Abbau der Pfeiler von 3 Metern des obern Pfeilers eines jedes Stocks, gewinnt ein Häuer 2700 Kilogrammen Anthracit in Stücken und etwa $\frac{1}{10}$ Kleines.

Der Holzverbrauch ist sehr gering. Auf den mildesten Flötzen hat man durchschnittlich zur Gewinnung von 191,000 Kilogrammen Anthracit, 1 Cubikmeter Stempelholz und 0,81 Cubikmeter Deckholz verbraucht.

2) Abbau mit quadratischen Pfeilern, die man grössteutheils in der Grube stehen lässt.

Lagerstätten, welche durch quadratische Pfeiler, welche man stehen lässt, abgebauet werden können. — Auf diese Weise gewinnt man Substanzen, die in mächtigen Lagern vorkommen, und die bei einem geringern Werthe eine grosse Festigkeit haben. Dahin gehören Bausteine, Schiefer, sowie die mächtigen Steinsalz- und Gypslager. Häufig bauet man auch auf dieselbe Weise mächtige Steinkohlenflötze ab, welches jedoch stets nur mit grosser Gefahr für die Arbeiter und mit grossem Kohlenverluste geschehen kann. Man wird einsehen, dass, wenn die abzubauende Masse nicht sehr fest ist, man genöthigt seyn wird, einen sehr bedeutenden Theil davon als Pfeiler stehen zu lassen, und dass es trotz dieser Opfer oft ganz unmöglich ist, die Arbeiter gegen die Gefahr des Verschüttens zu sichern.

Der Abbau mit stehen bleibenden Pfeilern, wenn die Masse eine grosse Festigkeit hat, bietet übrigens gar keine Schwierigkeiten dar. Alles kommt nur darauf an, den gewöhnlich quadratischen Pfeilern und den Strecken die gehörigen Dimensionen zu geben, so dass sie mit der Festigkeit der Masse und mit dem Drucke des Daches in Uebereinstimmung stehen. Jedoch kann diess in jedem besondern Falle nur durch die Erfahrung bestimmt werden. Wir wollen nun einige Beispiele aufführen.

Steinsalz-Bergbau in der Gegend von Northwich in der englischen Grafschaft Chester. — Bei Northwich gewinnt man ein fast söhliges Lager von fast gleichartigem Steinsalze, dessen Mächtigkeit etwa 60 englische Fuss beträgt, und das in einer Teufe von 100—130 Yards (à 3 engliche Fuss) unter Tage vorkommt.

Die Förderung erfolgt durch kreisrunde, in Ziegelsteinmauerung stehende Richtschächte. Die vom Tiefsten des Schachtes ausgehenden Strecken sind 36 bis 40 F. hoch, so dass sie in der Firste ein mächtiges Steinsalzmittel stehen lassen, um die im Hangenden des Lagers befindlichen Mergel- und Thonschichten zu unterstützen. Die Breite dieser Strecken beträgt 25 Yards, sie sind gerad- und krummlinig, durchschneiden sich aber stets in einem rechten Winkel und sind durch Pfeiler voneinander getrennt, deren quadratischer Durchschnitt 10 Yards beträgt, und welche zum Tragen des Hangenden hinreichen. Vor jedem Ortsstosse wird das Salz mittelst Sprengarbeit auf 2 oder 3 Strossen gewonnen, so dass der erste Angriff von der Firste erfolgt. Diese breiten Strecken sind sehr fest und bedürfen durchaus keines Ausbaues; auf ihrer Sohle hat man gusseiserne Rinnenschienenwege (*tram-roads*) vorgerichtet, auf denen das gewonnene Steinsalz bis unter den Schacht gefördert wird. Die Häuer erhalten für die Tonne, von etwa 1000 Kilogrammen, 2 Schilling oder 20 Sgr. Das reinste Steinsalz wird zu Northwich mit 16 Schilling (etwa $5\frac{1}{3}$ Thlr.) die Tonne verkauft. Die Baue können von dem Schachte aus sehr weit in's Feld getrieben werden, ohne dass man Brüche zu befürchten hätte. Wenn man diese Gruben verlässt, so füllen sie sich mit Wassern, welche die Steinsalzpfeiler zum Theil auflösen. Es entstehen dadurch

Brüche, die jedoch minder bedeutend sind, als man es nach dem weiten Umfange der Baue glauben sollte, indem einerseits die mit Salz gesättigten Gewässer sich in den Weitungen nicht wieder anfrischen, so dass die Pfeiler nur theilweise aufgelös't werden, und weil anderntheils das Dach der Weitungen durch den Druck der sie ausfüllenden Wasser gehalten wird.

Gewinnung des Steinsalzes zu Tieuze im Meurthe-Departement. — Das Steinsalzlager zu Tieuze hat eine Mächtigkeit von 5,20 Meter. Es ist söhlig und wird ebenfalls durch quadratische Pfeiler, die in der Grube zurückbleiben, abgebauet. Die in die Masse getriebenen Strecken oder Abbaue durchschneiden sich rechtwinklig; sie sind 6 Meter breit und 4,20 Meter hoch, so dass zwischen ihrer Firste und dem Dache des Lagers ein 1 Meter mächtiges Steinsalzmittel angebauet stehen bleibt. Die quadratischen Pfeiler sind 4,66 Meter stark. Man hat unter andern die Vorsicht angewendet, das Grubenfeld in Abtheilungen zu bringen, welche durch massive Scheider von 7 Meter Mächtigkeit voneinander zu trennen, welche nur mit 1,50 Meter breiten Oeffnungen versehen sind, in denen man leicht Verdämmungen anbringen kann, wenn die Wasser an einem Puncte der Grube einbrächen.

Die Gewinnung des Steinsalzes erfolgt auf 2 Strossen und mittelst der Sprengarbeit, und die Gewinnungskosten für die Tonne betragen etwa 2 Franc 32 Centimen, oder etwa 19 Sgr. (Wir verweisen auf die Abhandlung des Herrn Ingenieurs Levalois im 6. Bande der 3. Reihe der *Annales des mines.*)

Gewinnung der Gypslager in der Umgegend von Paris. — Die an mehreren Orten in der Umgegend von Paris abgebaueten Gypslager werden in hohe, mittlere und niedere Massen unterschieden. Erstere sind 15—18 und die zweiten 5—7 Meter mächtig. Die niedrigen Massen bestehen, bei einer Totalhöhe von etwa 12 Metern, aus wechselnden Lagern von Gyps, Mergel oder Thon.

Der Abbau der hohen und mittlern Massen erfolgt durch Grubenbaue und mit stehen bleibenden Pfeilern, sobald die Mächtigkeit des hangenden Gebirges den Tagebau zu kostbar macht. Bei diesem Grubenbaue verfährt man folgendermaassen: Von dem Tiefsten eines Richtschachtes aus treibt man zwei Strecken, die sich rechtwinklig durchschneiden, und deren Breite am Schachte 3 Meter beträgt, die sich aber nach und nach bis zu 5 Meter erweitern. Senkrecht auf diesen Vorrichtungsstrecken treibt man die Abbaustrecken, die ebenfalls 5 Meter breit und durch quadratische Pfeiler von 3 Meter Stärke voneinander getrennt sind. Der Streckendurchschnitt ist nicht rechteckig, sondern die Firste ist bogenförmig und die Wölbung beginnt in der Hälfte der Pfeilerhöhe. Ueber den Fersten der Strecken und Abbaue bleibt Gyps angebauet stehen.

Der Abbau kann nur mit einem Halbmesser von 50 Met. rings um den Schacht in's Feld getrieben werden. Die Pfeiler leiden alsdann, die Gewölbe senken sich, bekommen Risse, und es müssen die Gruben verlassen werden. Man sprengt darauf die Pfeiler mittelst Pulver, indem man mit dem Entferntesten vom Schachte beginnt, und bewirkt auf diese Weise das Zubruchegehen und die Ausfüllung der Baue. Wenn man diese Vorsichtsmaassregeln nicht anwendete, so würden die Pfeiler dem Drucke des hangenden Gebirges bald nachgeben, und es würde eine Reihe partieller Brüche entstehen, wodurch die öffentliche Sicherheit sehr leiden müsste. Bei dem Sprengen der Pfeiler kann man nur einen sehr geringen Theil des Gypses gewinnen.

Die Abbaue werden übrigens mit 2 oder 3 Strossen, je nach der Höhe der Masse betrieben, und die Firste wird oft durch Stempel unterstützt. Die angewendeten Berg-

bohrer gleichen den bandförmigen Bohrern bei'm Erdbohren und sind 3—4 Centimeter stark. Da der Gyps häufig zerklüftet ist, so lässt er sich weit leichter gewinnen, als das Steinsalz zu Northwich und Tieuze, welches eine fast gleichartige, dichte und unzerklüftete Masse bildet.

Auch der Grobkalk, der in der Umgebung von Paris viel vorkommt und als Baustein angewendet wird, wurde früher auf ähnliche Weise abgebauet; jetzt muss aber vor dem Stosse der Baue ein aus grössern oder kleinern Gesteinstücken aufgeführter, vollständiger oder stellenweiser Bergversatz aufgeführt werden. Diese aus trockener Mauerung bestehenden Pfeiler sind 2 Meter voneinander entfernt, und die verschiedenen Reihen dieser Pfeiler stehen auch 2 Meter auseinander. Ein Grubenfeld hat auch einen Halbmesser von etwa 50 Metern rings um den Schacht.

Zuweilen bauet man eine zweite Bausteinbank unter einer obern schon gewonnenen ab. Man nennt diese untern Steinbrüche doppelte. Jedoch kann man in denselben nur eine 2 Meter mächtige Masse gewinnen, und sie dürfen nur dann betrieben werden, wenn zwischen ihnen und den obern ein hinlänglich starkes Bergmittel stehen gelassen ist. Uebrigens werden sie auf dieselbe Weise, wie die obern, betrieben.

Dachschieferbrüche in der Umgegend von Fumay und von Rimogne in den Ardennen*). — Die Steinbrüche in der Umgegend von Fumay werden auf 5 Dachschieferschichten betrieben, welche durch Zwischenlager von Grauwacke getrennt sind. Die ganze Mächtigkeit der bauwürdigen Lager beträgt im Durchschnitt 10 Meter, von der die 5 Dachschieferschichten 7 bis 8 Meter betragen. Die untere Bank ist 2,88 Meter stark, darauf kommt eine Grauwackenschicht von 0,32 Meter, eine Schieferbank von 2,74 Meter, und andere minder mächtige Schieferbänke, welche mit feinkörniger Grauwacke oder dichtem Quarz wechsellagern. Am Ausgehenden haben die Schichten ein Fallen von etwa 30 Grad, allein das Fallen nimmt mit der Tiefe zu.

Die Schieferbänke haben ausser ihrer schieferigen Textur parallel mit den Schichtungsebenen Klüfte, oder vielmehr sie haben die Tendenz, sich nach zwei Systemen von Ebenen zu theilen. Die Richtung des erstern Systems, welche man die Ebene des Schnittes *(plant de la tranche)* nennt, ist fast dieselbe, wie die der Schichtung, nur ist das Fallen dieser Kluftebenen etwas grösser. Die Ebenen der leichten Theilung des zweiten Systems (*longrain* genannt) sind senkrecht und bilden einen Winkel von 25—30 Grad mit der Ebene, die auf dem Streichen der Schichten senkrecht steht. Zuweilen lässt sich auch der Schiefer leicht nach dem Streichen theilen, allein diess ist minder häufig der Fall. Das Hangende und das Liegende der Lagerstätte sind sehr fest.

Die Gewinnungsart dieser Dachschiefer ist folgende: Auf der untersten bauwürdigen, 10 Fuss mächtigen, Schicht geht man mit einer einfallenden Strecke, — *fourage* genannt, — nieder. Sie ist 4 Fuss breit, 5 bis 6 Fuss hoch, und hat bis 50 Fuss flache Länge. Sie dient dazu, den Bau oder die neue Arbeit zu eröffnen. Um diese neue Arbeit von der alten, darüber liegenden zu trennen, namentlich um die oberen Wasser abzuhalten, bleibt eine 20 Fuss starke Bergfeste — *nez* genannt, — durch die Länge des ganzen Grubengebäudes, nämlich in der Richtung des Streichens, stehen.

*) Es ist hierbei der Aufsatz der Herren von Oeynhausen und von Dechen in Karsten's Archiv, 1. Reihe, Band 9. S. 333 benutzt. Auch verweisen wir auf die Beschreibung des Dachschieferbruchbetriebes zwischen Rhein und Mosel von Herrn Jung in St. Goar in Villefosse Mineralreichthum, Bd. 5. S. 229 etc. H.

Nachdem die Fourage durch die Nez hindurch getrieben und etwas in's Feld gebracht worden ist, wird auf beiden Seiten derselben, längs dem Streichenden, die untere Bank, längs der Nez abgeschlitzt und eingekeilt. Mit diesem Abschlitzen und Eingerinnen fährt man fort, bis der Bau im Streichenden auf beiden Seiten eine Ausdehnung von etwa 50 Fuss erreicht hat. Gleichzeitig ist nun auch die Fourage etwa 50 Fuss in das Einfallende gebracht, dergestalt, dass auf jeder Seite derselben ein 50 Fuss breiter, 50 Fuss hoher Raum zum Abbaue vorgerichtet ist, innerhalb welchem die Schiefer in grossen Massen eingekeilt oder eingeschlossen werden, mit Ausnahme zweier Pfeiler, jeder 20 Fuss im Quadrat stark, welche 30 Fuss unter der Nez stehen bleiben, und zwar der eine unmittelbar an der Fourage, der andere 30 Fuss von derselben entfernt. Ist auf diese Weise die untere, 10 Fuss mächtige Dachschieferschicht eingewonnen, so nimmt man auf dieselbe Art die höheren Schichten, indem sich die Sohle nach und nach, durch die abfallenden Trümmer erhöhet.

Bei der Gewinnung der Schiefer ist noch Folgendes zu bemerken. Die Richtung nach den Einfallen wird *long grain*, die nach dem Streichenden *terre vesin* genannt. Das Einkeilen der Schiefer muss nach der ersten Richtung geschehen, weil man nach der andern keine grossen Stücken erhalten würde, wegen der Klüfte, welche die Schieferschichten durchsetzen.

Man erhält durch dieses Einkeilen grosse Blöcke, welche in kleinere Massen zertheilt, zuweilen auch zerschossen werden. Diese kleineren Stücken werden dann von den Förderjungen auf dem Rücken aus der Grube zu Tage getragen und daselbst weiter zu Dachschiefern verarbeitet.

Ist der Raum auf die vorhin beschriebene Art ausgebauet, so setzt man neue Fouragen, längs dem Streichenden der Nez an, soweit sich die Baue im Streichenden ausdehnen lassen. Ist man demnächst genöthigt, tiefer niederzugehen, so werden die Fouragen noch 40 Fuss verlängert, oder auch neue angesetzt, und auf ähnliche Art noch ein 40 Fuss hoher Raum unter dem stehen bleibenden Pfeiler weggenommen. Alsdann bleibt abermals eine 20 Fuss hohe Nez stehen, unter welcher der Bau auf die vorhin beschriebene Weise wieder eröffnet wird.

Von einer Nez zur andern ist daher ein Raum von 90 bis 100 Fuss, und zwischen je zwei solchen Längenpfeilern befindet sich eine Reihe isolirter Pfeiler, auch ist ein grosser Theil des Raumes mit Schutt ausgefüllt, so dass überhaupt wenig oder fast gar keine Zimmerung erforderlich ist. Einige flache Schächte, mit treppenförmigen Absätzen, zur bequemeren Befahrung vorgerichtet, dienen theils zur Förderung, theils zum Wetterwechsel. Wegen der grossen offenen Räume leiden solche Baue indess nicht leicht Wettermangel.

Nach einem Grubenbilde der beschriebenen Grube, war die Stellung der Pfeiler zwischen der Nez und selbst die Richtung dieser Nez nicht sehr regelmässig, vielmehr scheint es, dass man sich mehrentheils nach der Localität richtet. Auf dem Grubenbilde waren fünf solcher Nez vorhanden, nach Angabe der Arbeiter sollten deren aber neun vorhanden seyn. Hieraus lässt sich auf die bedeutende Teufe schliessen, welche diese unterirdischen Brüche erreichen, eine Teufe, die um so bedeutender erscheint, als die Baue auf der Sohle des tiefen Maasthals angesetzt sind.

Die Wasserhaltung dieser Grube wird durch ein sehr gut construirtes oberschlächtiges Wasserrad mit einer gegossenen eisernen Welle bewirkt. Diese setzt ein Vorgelege in Bewegung, an welchem sich, statt der Krummzapfen, vier excentrische

Scheiben befinden, durch welche ebenso viele geschmiedete eiserne Schachtgestänge in Bewegung gesetzt werden. Die Pumpen liegen theils flach, theils stehen sie in einem seigeren Schachte. Ein Theil der Grubenwasser wird der Hauptwasserhaltung auch durch Handpumpen zugehoben.

Die Anfertigung der Dachschiefer geschieht im Gedinge. Ein geschickter Arbeiter soll an einem Tage bis $2\frac{1}{2}$ Franc Lohn verdienen können, welches sich jedoch auch nach der Grösse des vorhandenen Absatzes richtet. Der Schiefer wird zuerst in Gestalt grosser Prismen gewonnen, oft 60 bis 100 Meter lang. Darauf werden dieselben in der Grube nach dem *long grain* getheilt und nachher über Tage in die Dachschieferform gebracht. Die gewöhnliche Dicke eines Dachschiefers beträgt 0,25 Centimeter (etwa $2\frac{1}{4}$ Linie rhein.).

Zu Rimogne beträgt das Fallen der bauwürdigen Schichten 40—45 Grad. Die grosse Dachschiefergrube bei Rimogne bauet auf einem mehr als 38 Meter mächtigen Lager; die kleineren hingegen auf einer, wenigstens 15 Meter mächtigen Bank, welche von ersterer weiter gegen Süden liegt und noch durch mehrere kleine Zwischenbänke von derselben getrennt wird. Die grosse Grube hat eine senkrechte Teufe von 233 Metern, und eine Längenausdehnung von 100 Metern erreicht. Die kleinere bauet nur in 133 Meter Teufe und in einer Längenausdehnung von 65 Metern.

Die Gewinnung ist auf beiden Gruben gleich. Man geht mit einem, in der Regel, auf dem Liegenden des Lagers geführten Schachte, durch die alten Arbeiten, bis in das unverhauene Feld. Hier nimmt man die Bank in der ganzen bauwürdigen Mächtigkeit weg, hier und dort Bergfesten stehen lassend, Diese letzteren haben, in der Regel, 7 bis 10 Meter Stärke, während die ausgehauenen Räume im Streichen und Fallen eine Längenausdehnung von 20 bis 30 Meter haben.

Man geht zuerst in das Einfallende und dehnt dann den Bau im Streichenden aus. Um nach dem Einfallen zu arbeiten, fängt man damit an, einen Gang, 1,3 Meter breit und 0,65 Meter hoch, in der Mitte des wegzunehmenden Pfeilers und etwa in der Mitte der Bank zu eröffnen.

Bei geringer Mächtigkeit des Lagers macht man diesen Gang unter dem Dache. Die Arbeit geschieht mit der Spitzhacke (*pic*) und man erhält hierbei nur Staub oder Schutt. Wenn dieser Gang gemacht ist, oder vielmehr in dem Maasse, wie derselbe fortschreitet, werden auf der ganzen Länge desselben und auf die Höhe von 0,65 Met., kleine Stufen, 0,24 bis 0,3 Meter hoch und breit gemacht, welche man wegnimmt, um demnächst daraus die Schiefer zu gewinnen, indem man sie nach ihrer Dicke, oder gemäss der Schichtung theilt. Die Stufen werden mittelst eines halbkreisförmigen Einschnittes nach Unten und nach den Seiten gemacht. Die noch ansitzende lange Seite der Stufe bricht demnächst bei dem Einkeilen von selbst ein.

Durch dieses Verfahren, welches man *crabotage* nennt, ist auf der ganzen Länge des abzubauenden Feldes ein Einschnitt, 0,65 Meter hoch, gebildet, der nur noch bis zum Dache und bis zur Sohle erweitert werden muss.

Die Aushöhlung bis zur Sohle geschieht in rechtwinklichen Prismen, *longuerresses* genannt, 3,33 Meter lang dem Einfallenden und der möglichst grössten Länge folgend.

Diese Prismen werden stufenweise weggenommen, in Gemässheit der Dicke, welche man ihnen geben kann, welche von 0,03 bis 0,33 Meter wechselt. Man trennt sie auf den drei Seiten durch senkrechte Schnitte, wenn keine Klüfte, — *avantages*, —

vorhanden sind. Die Prismen werden darauf mit Keilen losgesprengt. Dergestalt befinden sich 6 bis 7 Longueresses rückspringend, eine über der andern, welche man gleichzeitig wegnimmt.

Das Wegnehmen in dem Hangenden geschieht ganz auf dieselbe Weise. Die Keile werden immer horizontal, oder vielmehr gemäss der Schichtung eingetrieben, damit die Massen nach der Schicht *(suivant le long grain)* brechen.

Obgleich, in der Regel, nur mit dem Spitzhammer gearbeitet wird, so muss doch zuweilen, da wo Knoten oder Wellen vorkommen, mit Pulver gesprengt werden. Es geschieht aber doch so selten, als möglich, um Erschütterungen zu vermeiden.

Die Longueresses werden demnächst in mehrere Prismen getheilt, aus welchen die Schiefer geschlagen werden. Dies Zertheilen geschieht in der Grube, und von den Abfällen erhöht sich die Sohle. Man steigt auf Fahrten in die Grube. Die Arbeiter fahren dreimal zu Tage, und jeder nimmt alsdann die gewonnenen Schiefer mit heraus.

Ausser dem donlägigen Fahrschachte haben die Schiefergruben noch einen zum Theil seigeren, in welchem die Wasser gehalten werden. Der auf der grössten Grube ist 133 Meter seiger tief, und geht dann flach auf dem Lager nieder. Vier Wasserräder, von 3 bis 5 Meter Durchmesser, setzen die Pumpen in demselben in Bewegung. Das Wasser fällt von einem Rade auf das andere und setzt dann noch die Räder auf der kleinen Schiefergrube in Bewegung.

Die Grubenwasser kommen meistens von Tage. Ihre Menge liesse sich vielleicht durch Ausfüllung der Tagebrüche und durch zweckmässig vorgerichtete Abzugsgräben über Tage ansehnlich vermindern. Der Grundwasser sind so wenig, dass man die obern Wasser in einem Bassin auffängt.

Man bedient sich in der Grube meistens der Talglichter. Wegen der grossen Weitungen sind die Wetter immer gut.

Abbau mächtiger Steinkohlenflötze durch quadratische Pfeiler. — Wir bemerkten, dass die Abbaumethode mit stehenzulassenden Pfeilern wenig zweckmässig bei mächtigen Steinkohlenflötzen sey, sowohl wegen der Grubenbrände, die in dem alten Mann entstehen können, als auch wegen der geringen Festigkeit der Kohle. Dennoch wird ein solches Verfahren unglücklicherweise an noch vielen Orten befolgt, wiewohl, wenn es mit Einsicht angewendet wird, es noch etwas vortheilhafter seyn kann. So muss man sich bei dem Abbaue eines mächtigen Steinkohlenflötzes mittelst dieser Methode wohl hüten, die Masse auf einer grossen Strecke von den Puncten aus, wo sie mit Tageschächten oder Tagestrecken ausgerichtet worden ist, zu durchfahren, weil man alsdann genöthigt wäre, ausserordentlich starke Pfeiler stehen zu lassen, welche ebenfalls nicht immer Brüche zu verhindern im Stande seyn würden; auch kann man am Ende des Betriebes einer Grube nur sehr wenig von den stehengelassenen Kohlen rauben oder gewinnen. Wenn übrigens die Lager ein etwas starkes Fallen haben, so ist es sehr häufig der Fall, dass die ganze Masse der Pfeiler auf ihren Basen gleitet, weil die Steinkohlen oft gar keinen Zusammenhang mit dem liegenden Gesteine haben, von welchem sie im Gegentheile durch eine sehr glatte, hin und wieder spielende Oberfläche getrennt sind, eine Oberfläche, die so glatt ist, dass man bei einem Fallen von 15—16 Grad sich kaum stehend darauf erhalten kann. Dennoch war diese sehr nachtheilige Abbaumethode bei fast allen mächtigen Steinkohlenflötzen des mittlern und des südlichen Frankreich's angewendet, namentlich bei denen des Beckens von Saint-Etienne. Das Resultat davon war, dass man nur einen geringen Theil des vorhandenen Brenn-

materials gewinnen konnte, dass der übrige Theil sich entzündete, wenn er nicht unter Wasser gesetzt war, und dass er in den Brüchen zurückgeblieben ist, auf denen ein vortheilhafter Bau betrieben werden könnte.

Unmöglichkeit, mächtige und stark fallende Steinkohlenflötze durch stehenbleibende Pfeiler abzubauen. — Wollte man die Steinkohlen auf eine solche Weise abbauen, so müsste diess offenbar mit getrennten Kammern oder Abtheilungen geschehen, und man müsste damit anfangen, zu den Grenzen des Grubenfeldes zu gelangen, ehe man die Masse von den Strecken oder Schächten aus vorrichtet. Bei starkfallenden und mächtigen Flötzen sind zahlreiche Unglücksfälle und ein ungeheurer Kohlenverlust gar nicht zu vermeiden. Wären die Abbaue oder Strecken in der Schichtungsebene der Lagerstätte getrieben, so würde man offenbar ein Gleiten der Pfeiler auf ihren Grundflächen nicht vermeiden können. Würden die Abbaue querschlägig auf diesen Ebenen getrieben, so würde man mehrere Abbaustockwerke übereinander erhalten, und es würde gar nicht zu vermeiden seyn, dass die Pfeiler der verschiedenen Stockwerke nicht immer genau übereinander ständen, wodurch nothwendig bedeutende und sehr gefährliche Brüche veranlasst werden würden.

Abbau des Flötzes, Ten yards coal genannt, bei Dudley. — Wir erwähnen hier eine Abbaumethode, welche bei Dudley in England angewendet wird, als ein Beispiel dessen, wie man besser oder vielmehr minder schlecht verfahren kann, wenn man ein mächtiges und fast söhliges Steinkohlenflötz mit stehenzulassenden Pfeilern abbauen will. Das Ten yards coal genannte Flötz hat eine Mächtigkeit von 10 Yards oder 30 Fuss. Es ist durch Schichten von bituminösem Schiefer von 2—24 und 34 Zoll Mächtigkeit in mehrere Bänke getheilt. Es liegt nur in mässiger Teufe unter Tage und ist durch 2 kreisrunde nahe beieinander liegende Richtschächte mit Ziegelsteinmauerung ausgerichtet. Alle beide werden oft zur Förderung der Steinkohlen benutzt und wenden eine und dieselbe Fördermaschine an. Ein andermal dient nur der eine zur Förderung und der andere zur Wetterführung. Von dem Förderschachte aus treibt man eine streichende oder schwebende Strecke, Fig. 7, Taf. 22. Diese Strecke, die man, indem man sie treibt, in zwei theilt, folgt dem Liegenden des Flötzes. Sie dient zu gleicher Zeit zur Förderung und zur Wetterführung. Ihre Höhe ist zur Pferdeförderung hinreichend, und um die sehr bedeutenden Kosten der Zimmerung zu vermeiden, bauet man in der Firste festes Kohl an. Sie wird auf folgende Weise getrieben:

Die Wetter- und die Förderstrecke, welche von zwei benachbarten Schächten, oder von zwei Abtheilungen eines und desselben Schachtes ausgehen, liegen einander so nahe, dass ihre Ulmen a und b nur 2—3 Fuss voneinander entfernt liegen; die äussern Ulmen a' und b' liegen etwa $5\frac{1}{4}$ Lachter voneinander entfernt. Die Höhe dieser Strecken aa' und bb' beträgt $2\frac{1}{2}$—3 Lachter, oder fast die halbe Mächtigkeit des Flötzes. Sechs Arbeiter werden vor den Ortstoss auf eine Länge von $5\frac{1}{4}$ Lachter $a'\,b'$ gelegt und treiben unmittelbar auf der Sohle des Flötzes einen etwa 2 Fuss hohen Schram. Dieser Schram wird immer $2\frac{1}{2}$—3 Lachter dem Ortsstosse vorangetrieben, wobei die Häuer auf der Seite liegen. Die Förderung der kleinen Kohlen, welche bei dem Schram gewonnen werden, und welche den Arbeitern hinderlich seyn würden, geschieht durch Kinder mittelst kleiner Schlitten. Zur Sicherung, wenn das Dach nicht ganz fest ist, lässt man einige schmale Kohlenpfeiler stehen, oder man bringt einige Stempel von Steinen hinein. Ist der Schram tief genug, so werden die Pfeiler oder

Stempel weggenommen, und man lässt dann den Stoss 1 oder 2 Tage ruhig stehen. Die Steinkohlenmasse über dem Schram senkt sich durch ihr eigenes Gewicht, es entstehen söhlige Spalten zwischen der Kohle und den Schieferthon-Zwischenlagern, allein die Masse bricht noch nicht herein. Die Häuer schlitzen alsdann die Unterbank des Kohls zu beiden Seiten und nehmen sie herein. Das dazwischen befindliche taube Gestein wird ausgehalten, um zur Aufführung eines Scheiders zwischen der Förderbahn und der Wetterstrecke angewendet zu werden. Darauf wird die Oberbank geschlitzt und hereingebrochen, und sofort, bis das Stück der Strecke, soweit der Schram geht, getrieben worden ist.

Der Streckenbetrieb wird auf dieselbe Weise fortgesetzt, indem man einen neuen Schram führt, schlitzt und das Kohl hereinnimmt, während andere Arbeiter den Scheider zwischen Förder- und Wetterstrecke aufführen, die Schienen zur Förderung legen u. s. w.

An gewissen Puncten lässt man zwischen den beiden Strecken Steinkohlenpfeiler stehen, welche ebenso mächtig, als der gemauerte Scheider, sind. Es versteht sich von selbst, dass man an solchen Orten, wo man die Pfeiler stehen lässt, 4 statt 2 Schlitzen führen muss, und dass diese Pfeiler einander um so näher stehen müssen, je weniger taubes Gestein der Streckenbetrieb liefert, von welchem die Mauern zwischen den Pfeilern aufgeführt werden können.

Wenn die Förderstrecke die Grenze des Grubenfeldes erreicht hat, so treibt man an ihrem Ende Strecken, welche zu den Abbauen führen. Jeder Abbau, Fig. 8, Taf. 22, umfasst einen Raum von etwa 32 Yards Weite und von einer Länge, welche die Breite zwei oder drei Mal übersteigt. Man gelangt durch eine oder zwei Strecken *G*, *G'* dahin, die, wie schon bemerkt, von der Förderstrecke ausgehen und nur so breit sind, als es die Wagenförderung erfordert. Zu dem Puncte gelangt, wo man den Abbau *A B C* vorrichten will, beginnt man mit einem Streckenbetriebe, entweder in der Verlängerung von *G*, oder von *G'*, oder querschlägig auf diesen. Man treibt diese Strecke 12 Yards weit und belegt ihren Stoss mit 6 Mann, führt einen Schram und verfährt überhaupt ebenso, wie wir weiter oben bei dem Betriebe der Hauptstrecke bemerkt haben. Sechs Häuer schrämen, während andere schlitzen und die Oberbank hereintreiben, welches dem Ortsbetriebe das Ansehen eines Firstenbaues giebt. Auch wird die Kohle bis zum Dache des Flötzes herein gewonnen. Die Arbeiter stehen dabei auf dem tauben Gesteine, welches als Zwischenlager des Steinkohlenflötzes vorkommt, oder sie bauen sich Gerüste. Wenn das verschrämte und geschlitzte Kohl nicht schnell genug gewonnen werden kann, so wendet man lange Brechstangen an. Das Schrämen, welches eine mittlere Breite von 12 Yards hat, wird in der Richtung der Breite des Abbaues höchstens bis auf 33 Yards getrieben. Darauf führt man 2 Schräme in senkrechter Richtung auf den erstern und an den Enden desselben, die ebenfalls 12 Yards breit sind und folglich einen 9 Yards breiten Kohlenpfeiler zwischen sich lassen.

Die beiden Schräme werden auf eine Länge vorwärts getrieben, die der zwei- oder dreifachen Breite des Abbaues gleich ist. In dem Maasse, als das Schrämen vorschreitet, schlitzt und treibt man die Kohle herein. Endlich durchschneidet man den langen Pfeiler so, dass 2, von 9 Yards, in Quadrat daraus entstehen, auch lässt man oft kleine Seitenpfeiler stehen, die 5 Yards in Quadrat stark sind. Diese letztern Pfeiler werden aber weggenommen, sobald man einen Abbau verlässt, um nicht wieder da-

Die Temperatur der äussern Luft stieg während der Befahrung von $10\frac{1}{4}^{\circ}$ C. bis 19° C.; am Anfange Octobers 1837 war die Temperatur der Wetter vor einem Abbauorte auf der Grube Esperance bei Seraing 21° C.; während die Gesteinstemperatur in 444 M. Tiefe nur 19° C. und die äussere Lufttemperatur 11° C. betrug. Diese höhere Lufttemperatur rührt von den Arbeiten, von Feuern, von chemischen Zersetzungen her; auch die Sättigung der Luft mit Wasserdampf in der Grube wirkt in gleichem Sinne mit der während des Winters höheren Grubentemperatur zur Verstärkung des Wetterwechsels.

Wäre die Gesteinstemperatur die einzige Ursache der Bestimmung der Richtung des Wetterzuges, so müsste diese im Sommer die entgegengesetzte von der im Winter seyn; diess findet aber nicht immer statt. Auf einigen Steinkohlengruben bei Lüttich, welche einen natürlichen Wetterwechsel besitzen, auf denen der bedeutende Niveau-Unterschied des einfallenden und ausziehenden Schachtes noch durch einen hohen Wetterthurm vermehrt worden ist, ändert sich die Richtung des Wetterzuges im Winter und Sommer nicht ab; die Entwickelung von Kohlenwasserstoffgas trägt wohl zu dieser von Herrn Vaux, Oberbergwerks-Ingenieur der Provinz Lüttich, beobachteten Erscheinung bei.

Der natürliche Wetterwechsel ist oft unregelmässig, weil die bedingenden Ursachen veränderlich sind; für weitläufige Gruben, auf denen die Schächte entfernt voneinander stehen, ist er gewöhnlich ungenügend, und man muss daher, um eine genügende Luftströmung hervorzubringen, folgende Mittel anwenden.

Künstlicher Wetterwechsel. Von den Vorrichtungen zur Herstellung eines genügenden Wetterwechsels in den Gruben, wenn der natürliche Wetterwechsel nicht ausreicht. — Wetteröfen. Die Temperaturveränderung, welche die Luft in den Grubenbauen erleidet, ist die bestimmende Ursache ihrer Strömung, welche sich von selbst herstellt. Um diese Strömung zu verstärken, würde es genügen, durch ein künstliches Mittel diese Temperaturveränderung zu erhöhen, indem man auf der Sohle des ausziehenden Schachtes einen Apparat anbringt, welcher die Temperatur der ausziehenden Luft in demselben Sinne, wie die des Gesteins der Grube, verändert. Es würde aber nicht allein Schwierigkeiten haben, die Luft, wenn es hiernach nothwendig wäre, zu erkälten, sondern es würde auch unmöglich seyn, den Zeitpunct zu bestimmen, wo die Luft hiernach erwärmt, oder erkältet werden sollte. Aber es giebt ein sehr einfaches und gewöhnlich auch wohlfeiles Mittel, die Temperatur des Luftstromes zu erhöhen, indem man denselben über ein unterhaltenes Feuer fortleitet, oder nur einen Theil desselben, der sich mit den entwickelten heissen Gasen wieder mit dem Hauptstrome verbindet. Die Wirkung eines solchen Ofens wird im Winter von allen Ursachen unterstützt, die im Winter den natürlichen Wetterzug hervorbringen; im Sommer wirkt demselben die Temperatur des Grubengesteins zwar entgegen, aber nur wenig, da die Temperaturdifferenz der äussern Luft und des Grubengesteins im Sommer immer kleiner ist, als im Winter und zwar um so kleiner, als die Gruben tief sind. Die Wetteröfen sind daher ein bequemes und allgemein verbreitetes Mittel, um in jeder Jahreszeit den Wetterwechsel zu befördern.

Wahl des Aufstellungspunctes für den Wetterofen. — Um einem Wetterofen die ganze Wirksamkeit zu geben, welche er äussern kann, muss er auf der Sohle des Schachtes gestellt werden, durch den die Luft auszieht, nachdem sie die gesammten Grubenbaue durchzogen hat. Die Anlage eines Wetterofens in den Gruben an einem von dem ausziehenden Schachte entfernteren Puncte würde den

zweifachen Nachtheil haben, diejenigen Strecken zwischen dem Wetterofen und dem Schachte für jeden andern Zweck unbrauchbar zu machen und die Reibungswiderstände der Luft zu vermehren, indem ihre Geschwindigkeit durch die Ausdehnung vermehrt, diese durch die höhere Temperatur bewirkt wird. Andererseits ist ein Wetterofen an einem, über der Schachtsohle gelegenen Puncte unwirksamer, als auf dieser Sohle, denn die Temperatur vermehrt die bewegende Höhe im Verhältniss der senkrechten Höhe der erwärmten Luftsäule zwischen dem Ofen und der Ausströmungsöffnung. In dieser Beziehung ist daher die Anlage von Wetteröfen in geringen Tiefen unter der Oberfläche sehr fehlerhaft, oder von Feuerkörben, die in wenig tiefe Schächte eingehängt werden, selbst wenn diese mit einem Wetterthurme versehen sind.

Die Wetteröfen müssen in die tiefste Sohle verlegt werden, d. h., auf die Sohle des ausziehenden Schachtes; je tiefer derselbe ist, um so wirksamer ist eine gleiche Erhöhung der Lufttemperatur. So sind die Wetteröfen in den tiefen Steinkohlengruben von Nordengland und des Norddepartement in Frankreich eingerichtet.

Anordnung der Wetteröfen und der ausziehenden Schächte. — Der Wetterofen wird in einer Strecke, *G*, Fig. 14, Taf. 23, angelegt, ganz nahe bei dem Schachte *P*, durch welche die gesammten Wetter ausziehen; derselbe besteht alsdann nur aus einem offenen Roste, der so hoch über der Streckensohle *G* liegt, um die Asche ausziehen zu können, und der mit einer Hinterwand versehen ist, um das Brennmaterial darauf zu erhalten, damit es nicht herabfalle. Das Brennmaterial wird bei *a* an der Vorderseite des Rostes aufgegeben. Ein niedriger Rost *b c*, der nach Hinten zu geneigt ist, so dass er einen stumpfen Winkel mit dem ersteren bildet, hat den Zweck, das Brennmaterial aufzuhalten, damit es nicht nach Hinten falle. Ein solcher Rost muss die Strecke so wenig, als möglich, versperren, und es ist gut, dieselbe an diesem Puncte so zu erweitern, dass über dem Roste der Querschnitt so gross ist, als in der ganzen Strecke *G* vor dem Roste.

Dieser Wetterofen wird auf Kohlengruben am Besten in eine Strecke verlegt, die im Quergesteine steht, und wenn dieselbe auch besonders zu diesem Zwecke getrieben werden muss, und mit gutem Mauerwerk umgeben. Die Luft, welche zu dem Ofen gelangt, zieht durch denselben hindurch, wird mit den Verbrennungsproducten gemengt, erlangt dadurch eine höhere Temperatur, erreicht mit dieser den Schacht, aus dem sie zu Tage auszieht.

Diese Einrichtung ist zwar die einfachste, aber sie bietet eine Unbequemlichkeit dar, so dass man sie selten anwendet. Der Ofen unterbricht nämlich die Verbindung der Strecke und des Schachtes gänzlich, so dass dieser letztere weder zur Förderung noch zur Fahrung benutzt werden kann; die Wasserhaltung in den ausziehenden Schacht zu verlegen, ist schon desshalb unangemessen, weil dadurch der ausziehende Strom abgekühlt und auch durch die Traufen zurückgedrängt wird, andererseits aber auch die Wartung der Pumpen durch den Rauch und die hohe Temperatur der ausziehenden Luft behindert werden würde. Dient aber der Schacht ganz allein zum Ausziehen der Wetter, so kann diese Einrichtung angewendet und die Wirkung des Ofens noch dadurch verstärkt werden, dass der Schacht mit einem Wetterthurme versehen wird, um die erwärmten Luftstände zu verlängern. Dieser Wetterthurm muss aber einen grossen Querschnitt erhalten, damit die auf die Hervorbringung der Geschwindigkeit zu verwendende Kraft den Zug nicht vermindere.

Wetterofen in einer Nebenstrecke. — Gewöhnlich wird der Wetterofen in einer Nebenstrecke angebracht, welche zu keinem andern Zwecke gebraucht wird. Fig. 13 stellt diese Einrichtung vor. Die Hauptstrecke bleibt ganz frei. *E* ist die Strecke, in welcher der Wetterofen *F* angebracht worden ist. Mit der Strecke *G* steht sie durch ein Uebersichbrechen *h h* in Verbindung. Es ist diess eine schwebende Strecke, welche, von dem Orte *E* ausgehend, mit den Schachte *P* in irgend einer Höhe über der Sohle durchschlägig wird. In den Nebenstrecken *h*, *h* befinden sich zwei Wetterthüren *p*, *p*, welche nicht vollkommen schliessen, oder in denen Schlitze eingeschnitten sind, um einen Theil der Luft dem Ofen zur Unterhaltung des Feuers zuzuführen. Der grösste Theil der Luft strömmt aber durch die Hauptstrecke *G* nach dem Schachte und verbindet sich in demselben mit der heissen Luft der gasförmigen Verbrennungsproducte, welche durch das stark ansteigende Uebersichbrechen *C* in den Schacht treten und erhält dadurch eine höhere Temperatur gerade ebenso, als wenn die ganze Luftmenge mit dem Ofen in Berührung gewesen wäre. In dem einen, wie in dem andern Falle ist die Temperaturerhöhung der Luft proportional der im Wetterofen erzeugten Wärmemenge und also auch den Mengen des verwendeten Brennmaterials, und umgekehrt proportional der Luftmenge.

Bei dieser Einrichtung kann die Hauptstrecke *G* und der Schacht *P* zur Förderung und Fahrung benutzt werden; das Feuer kann dem Bedürfnisse nach geregelt werden, indem man dem Ofen mehr oder weniger Luft zuführt; und bei Gruben, in denen Kohlenwasserstoffgas entwickelt wird, ist sie von der grössten Wichtigkeit. Bei diesen kann der Fall eintreten, dass der Luftstrom, welcher die Grubenbaue durchzogen hat, ein explodirendes Gasgemenge bildet, und es würde höchst gefährlich seyn, diese Luft dem Wetterofen zuzuführen, weil dadurch Explosionen entstehen könnten. Unter diesen Umständen kann dennoch die Einrichtung eines Wetterofens in einer Nebenstrecke ganz sicher gestellt werden, indem demselben alsdann Luft zugeführt werden kann, welche kein Kohlenwasserstoffgas enthält und der Verbindung zwischen dem Schachte eine solche Länge gegeben wird, dass kein Funken in den explosiven Hauptstrom gelangen kann. Eine Länge von 15 bis 20 M. genügt hierzu, wenn in dem Wetterofen Steinkohlen gebrannt werden. Diese Einrichtung besitzen die Wetteröfen in Nordengland und in Nordfrankreich auf den Gruben, welche an schlagenden Wettern leiden.

Auf den Gruben in Northumberland und Durham wird der einfallende Wetterzug auf der Schachtsohle getheilt, und jeder Theil durchläuft ganz abgesondert eine Abtheilung des Grubengebäudes, indem diese Abtheilungen durch Kohlenpfeiler, Mauern und doppelte, dicht schliessende Wetterthüren voneinander ganz getrennt gehalten werden. Die Entwickelung schlagender Wetter ist in diesen einzelnen Abtheilungen nicht gleich stark: es werden aus der einen Abtheilung Wetter zu dem Ofen geführt, welche keine Gefahr bringen, während die Luft aus den übrigen Abtheilungen unmittelbar dem ausziehenden Schacht zugeführt wird, in höherer oder tieferer Sohle, als die Mündung der Verbindung mit dem Wetterofen. Diese Einrichtung ist zuerst durch Herrn Buddle in England eingeführt worden.

Auf den Gruben zu Anzin führt man den Oefen niemals Luft zu, welche solche Baue durchzogen hat, in denen sich schlagende Wetter entwickeln; gewöhnlich lässt man diese Luft durch besondere Fahrschächte einfallen, so dass sie also ganz frisch zu dem Ofen gelangen; ihre Menge wird durch Wetterthüren bestimmt, welche mit klei-

nen Oeffnungen versehen sind. In den oberen wasserreichen Gebirgslagen bildet der Fahrschacht nur eine Abtheilung des Hauptschachtes, im Kohlengebirge ist er ganz davon getrennt. Nur wenn Theile der Grubenbaue ganz frei von schlagenden Wettern sind, führt man die Luft, welche durch sie hindurchgeströmt ist, dem Wetterofen zu. Auf diese Weise führt die Anlage von Wetteröfen in Gruben mit schlagenden Wettern keine Gefahr der Entzündung derselben herbei, sobald die Wetterthüren gehörig geschlossen sind und darauf gesehen wird, dass diess mit der grössten Pünctlichkeit geschehe.

Von der Temperatur des von einem Wetterofen erhitzten Luftstromes. — Wenn der Wetterofen sich auf der Sohle eines tiefen Schachtes von 3 bis 4 M. Durchmesser befindet, die erwärmte Luftsäule eine sehr bedeutende Höhe besitzt und eine grosse Luftmenge aufsteigen kann, ohne eine grössere Geschwindigkei, als 1 bis 1,5 M. in der Secunde, anzunehmen, die Dimensionen der Strecken nicht zu gering und ihre Länge nicht zu bedeutend ist, so reicht es im Allgemeinen hin, dass der Wetterofen den aufsteigenden Luftstrom um 10 bis 20° C. erwärmt, so dass die aufsteigende Luft 40° nicht übersteigt. Diess ist ungefähr die höchste Temperatur, welche die ausziehenden Wetter auf den grossen Steinkohlengruben in Nordengland und Nordfrankreich annehmen. In diesen Fällen kann man die Wetter aus den Förderschächten ausziehen lassen und die Arbeiter können in denselben selbst noch auf dem Seile fahren, ohne von der Wärme und dem Rauche belästigt zu werden.

Wenn aber die Luftströmung, welche durch eine solche Temperatursteigerung hervorgebracht wird, unzureichend ist, so kann dieselbe durch eine stärkere Befeuerung des Wetterofens, oder durch Erhöhung der warmen Luftsäule vermittelst eines Wetterthurmes vermehrt werden. Die Wirksamkeit dieser beiden Mittel wird durch folgende Betrachtungen nachgewiesen.

1) Die Gesetze der Bewegung der Luft zeigen, dass eine Temperaturerhöhung der aufsteigenden Luftsäule über eine ziemlich niedrige Gränze hinaus die in dem Grubenbaue sich bewegende Luftmenge sehr wenig vermehrt und doch sehr eine beträchtliche Menge von Brennmaterial für den Wetterofen mehr verlangt. Aus den oben entwickelten Formeln ergiebt sich, dass die ausströmenden Luftmengen bei verschiedenen Temperaturen der aufsteigenden Luftsäule sich unter sonst gleichen Umständen verhalten, wie die Werthe von $\sqrt{\frac{T - t}{1 \times 0{,}00375\ T}}$; worin T die Temperatur der durch den Wetterofen erwärmten Luft, t die Temperatur der atmosphärischen Luft bezeichnet. Ist nun $t = 10°$ C., so werden die ausströmenden Luftmengen für $T = 30, 40, 50, 60$ und 100° C. sich verhalten, wie 43, 51, 58, 64, [illegible]9.

2) Das hierzu für den Wetterofen erforderliche Brennmaterial verhält sich wie die Producte der erwärmten Luftmengen und der Temperaturerhöhung. Wenn nun die Temperatur der Luft bei'm Durchgange durch die Grubenbaue bis zu dem Wetterofen in allen Fällen bis auf 20° C. gestiegen ist, so dass also in dem vorher angeführten Falle die durch den Wetterofen hervorgebrachte Temperaturerhöhung 10, 20, 30, 40, 80° C. beträgt, so verhalten sich die dazu erforderlichen Mengen von Brennmaterial wie 43, 102, 174, 256, 632. Man ersieht hieraus, dass die Luftströmung (die Menge der ausströmenden Luft) sehr langsam und um so langsamer zunimmt, je höher die Temperatur der aufsteigenden Luftsäule bereits ist, während die Brennmaterialmengen sehr rasch

Wehrwerk. — Hat ein Sinkwerk sich schon bedeutend über der ursprünglichen Sohle erhoben, so würde die Säuberung desselben, in dem Falle, wenn viele Säuberberge und Gefälle fortzuschaffen wären, das Wegreissen des ganzen Wehrwerks bis zur Sohle der Strecke, durch welche das Sinkwerk mit den Stollen in Verbindung steht, nothwendig machen. Um diese kostbare Arbeit zu ersparen, wird, in einiger Entfernung von dem vordersten Lettendamme, in der Strecke ein Roller oder ein kleiner Schacht (Schüttpütte, Säuberrohr) mit den Lettendämmen gleichzeitig in die Höhe geführt, so dass das Wehrwerk nur bis zu der jedesmaligen Höhe der Sohle des Sinkwerks weggenommen werden darf, und der Säuberberg durch das Säuberrohr bis auf die Strecke gestürzt werden kann.

Zur Ableitung der Soole aus den Sinkwerken wird in solchen selbst, in einiger Entfernung von dem äussersten Lettendamme, ein kleiner, aus ganzem Schrot gezimmerter, etwa drei Fuss im Lichten weiter Schacht — Absäugkasten, Wehrkasten, Abgangschurf — bis zu einer Entfernung von 6 Zoll vom Himmel, aufgestellt und oben mit Bohlen bedeckt und verlettet, um das Hineinfallen der bei'm Aetzen vom Himmel niederfallenden Berge zu verhindern. In diesen Kasten stellt man eine durchlöcherte hölzerne Röhre (Luttenröhre) senkrecht auf und verbindet sie mit einer horizontal liegenden Röhre (Leitröhre), welche durch das Wehrwerk hindurch geführt ist. Der aus dem vordern Lettendamme in die Strecke hineinragende Theil der Leitröhre ist mit einem Hahne (Wehrschraube) versehen, um die Soole abzuzapfen und durch die Röhrenfahrt aus dem Stollen leiten zu können. Grosse Sinkwerke haben zwei, drei, auch mehrere Absäugkasten, welche sämmtlich mit dem vordersten, zunächst am Wehrwerke befindlichen, in Verbindung stehen. Sowie der Himmel in die Höhe wandert, wird auch der Absäugkasten mit erhöhet. Die erste Leitröhre bleibt immer liegen; wenn sich aber die Sohle des Sinkwerkes zu sehr erhöhet hat, so wird in grösserer Höhe eine neue Leitröhre eingelegt, und beide werden durch eine senkrechtstehende Röhre (Ablassrohr) miteinander verbundee.

In dem oben citirten Bande von Karsten's Archiv ist ein Wehrwerk dargestellt, wie es zu Hall in Tyrol construirt wird, indem dieses Vorzüge vor dem in Oestreich und Baiern gebräuchlichen hat. Unmittelbar hinter der Ausgangsöffnung der Sinkwerke zu Hall ist der Absäugkasten, der aus einer festen Zimmerung besteht, befindlich. Auf ihn folgt der Langofen der mit Bohlen ausgezimmert und verlettet ist. Diese kleine Strecke ist nur 8 Fuss lang, jedoch sehr sorgfältig construirt, und hat in der Mitte einen Scheider, der von schiefen Löchern durchbohrt ist, die den Dienst eines Siebes leisten. Am Ende dieser 5 Fuss weiten Strecke wird der sogenannte kleine Damm aufgerichtet; er ist weit breiter, als der Langofen, 2 Fuss stark, besteht aus Zimmerung, ist verlettet, und nimmt das hintere Ende der Leitröhren auf, die aus kurzen conischen Stücken bestehen, mittelst Büchsen aneinander befestigt sind, und die, indem sie das Wasser nöthigen, kleine Fälle zu machen, dadurch den Niederschlag der minder lösbaren Salze, besonders des schwefelsauren Kalkes, welcher zu Hall häufig angetroffen wird, erleichtern. Gegen den kleinen Damm ist der grosse gelehnt, der viel breiter und viel höher, auch stets stärker unterstützt ist und ebenfalls aus verlet-

Letten ausgesucht und mehrere Male durchgearbeitet (gedroschen) wird. Vorräthe von gutem gedroschenen Letten müssen immer in der Grube vorhanden seyn.

teter Zimmerung besteht. Am untern Theile des Dammes bemerkt man das vordere Ende der mit einem Hahne versehenen Leitröhre, aus welcher die Soole in einen Trog fällt, von wo aus sie mittelst Röhren auf der Sohle der Stollen und über Tage bis zu den Siedeanstalten geleitet wird.

Wie oft ein Sinkwerk angekehrt werden kann, richtet sich theils nach seiner Grösse, theils auch vorzüglich nach dem Salzgehalte des Gebirges. Die kleinern können mehrere Male im Jahre angekehrt und abgelassen werden, während bei den grössern oft ein volles Jahr, auch wohl längere Zeit erfordert wird. In der Regel wird ein Sinkwerk fünf, auch wohl zehn Jahre lang benutzt, ohne es zu säubern, d. h., die Sohle erhöhen oder auftragen zu dürfen, indem das Eingleichen der Säuberberge vor dem neuen Ankehren schon zureicht.

Bei einer gehörig geregelten Wasserwirthschaft ist daher der Betrieb der Sinkwerke sehr einfach; er erfordert aber die grösste Ordnung und Regelmässigkeit in der ersten Anlage, damit sich ein Sinkwerk dem andern nicht zu sehr nähere und beide in Gefahr kommen. Diese Regelmässigkeit ist auch zum reinen Anbau des Gebirges eine durchaus nothwendige Bedingung, weil man bei einer unregelmässigen Anlage starke Pfeiler stehen zu lassen gezwungen ist, um Brüche oder Gefälle zu verhüten. Zu einer solchen Regelmässigkeit bei'm Baue und Betriebe der Sinkwerke gelangt man theils durch eine richtige Sohlenabtheilung, theils durch eine zweckmässige Vertheilung der anzulegenden (auszulegenden) Sinkwerke in einer und derselben Sohle. Der Berchtesgadener Salzberg hat drei Sohlen oder Stollen, die ebensoviel Grundstrecken oder Sohlenabtheilungen bilden. Aus diesen verschiedenen Stollensohlen werden nach beiden Weltgegenden Strecken (Schachttritt oder Schachtricht) aufgefahren, theils um die Beschaffenheit des Gebirges im Streichenden (wenn man es so nennen will) zu untersuchen, theils um durch sie zu den Sinkwerken in oberer Teufe zu gelangen, theils um aus ihnen neue Sinkwerke zu bilden. Insofern der letzte Zweck bei'm Auffahren der Schachtrichte erreicht werden soll, ist es vorzüglich nöthig, auf die sowohl in derselben Sohle, als auch auf die in der höhern oder tiefern Sohle schon vorhandenen Sinkwerke Rücksicht zu nehmen, um keinem derselben zu nahe zu kommen. Bei einem noch ganz unverritzten Gebirge wird eine sehr regelmässige Anlage der Sinkwerke in den verschiedenen Sohlen bewerkstelligt werden können *), welches freilich in einer sehr alten Grube, in welcher die erste Anlage fehlerhaft war, nicht gut möglich ist. Einen ansehnlichen Pfeiler zwischen zwei Sinkwerken in einer und derselben Sohle stehen zu lassen, ist schon desshalb nothwendig, um durch diese Pfeiler demnächst Schachtrichte zu einer zweiten Reihe von Sinkwerken aus dem Stollen auffahren zu können, welche im Streichenden des Gebirges, vom Hauptstollen an gerechnet, hinter der ersten Reihe zu liegen kommen. Die einmal eingerichtete Wasserleitung auf dem Hauptstollen macht es nämlich nothwendig, alle in einer Sohle liegenden Sinkwerke auch von einem Hauptstollen aus anzukehren.

Bei der Anlage eines neuen Sinkwerks fährt man mit der Strecke, oder mit dem Schachtrichte, in einer Stunde und in gleichbleibender Weite gewöhnlich so weit auf,

*) Den Grundriss von einer jeden Hauptsohle kann man sich am Anschaulichsten in dem Bilde einer, nach einem Stangenmodelle gebildeten, Kartätschkugelform denken, wobei der Stollen der Haupteinguss, die Schachttritte die zu jeder Kugel führenden Nebeneingüsse, und die Sinkwerke die Kugeln seyn würden.

dass das Ort 75 Lachter vom Hauptstollen entfernt ist. Von dieser Länge bestimmt man dann 15 Lachter für den Schachtricht und für das Wehrwerk, und 60 Lachter für das neue Sinkwerk. Diese 60 Lachter lange Strecke wird **Probirofen** genannt, weil man erst durch Proben oder Versuche finden will, ob das vorzurichtende Sinkwerk gut thun werde. Zur vollständigen Vorrichtung desselben werden aus dem Probirofen, aus beiden Seitenstössen der Strecke, Querschläge (**Fähler**), in gleicher Höhe und Weite des Probirofens, in einer Entfernung von 8 zu 8 Lachter, ein Lachter tief in's Gebirge getrieben, womit die Vorrichtung beendigt ist.

Die verschiedenen Sohlen stehen mittelst donnlägiger Schachte (**Schürfe**) zu Berchtesgaden (**Rollen** zu Hallein) in Verbindung.

Gewinnung des Steinsalzes durch Bohrbrunnen. — Wenn die salzführenden Lagerstätten nicht über der Sohle benachbarter Thäler abgelagert sind, und wenn man die gesättigte Soole nicht auf Stollen abführen kann, sondern mit Hülfe von Pumpen heben muss: so ist es ganz unnütz, die Lagerstätte mit weiten Schächten auszurichten, um von denselben aus Sinkwerke zu betreiben. Diese Schächte und alle Grubenbaue können durch einfache Bohrlöcher mit einem Durchmesser von 10—15 Zoll, in welche man die Pumpen zur Förderung der gesättigten Soole bringt, ersetzt werden. Das süsse Wasser, welches oft von Quellen herrührt, welche in dem hangenden Gebirge der salzführenden Lagerstätten vorkommen, und welches mit dem Bohrloche durchsunken worden ist, ehe es diese erreicht, oder welche man von einem Tagewasser entnimmt, werden in den ringförmigen Raum zwischen den Bohrlochswänden und der Pumpenröhre geleitet. Es gelangt zu der salzführenden Lagerstätte, wo es Salz aufnimmt. Die Circulation des Wassers wird durch das Spiel der in dem Bohrloche befindlichen Pumpe unterhalten. Sobald der Bohrbrunnen die salzführende Lagerstätte ausgercihtet und sie in einer bedeutenden Teufe durchsunken hat, bringt man die Pumpe hinein und setzt sie in Bewegung. Dieselbe bringt zuerst Wasser zu Tage, welches sehr wenig salzig ist, und welches man wegfliessen lässt. Da die Circulation des Wassers durch daa Spiel unterhalten wird, so bilden sich am tiefsten Puncte des Bohrloches in der salzführenden Lagerstätte, in Folge von der auflösenden Kraft des Wassers, Höhlungen, die sich nach und nach vergrössern, und das von der Pumpe zu Tage gehobene Wasser enthält immer mehr Salz. Am Ende einiger Monate ist es fast gänzlich gesättigt, so dass man es sogleich versieden kann. Man sieht die Ursachen der wachsenden Grädigkeit der Salzsoole, in dem Maasse, als das Wasser die Höhlungen in der salzführenden Lagerstätte vergrössert, ein; anfänglich berührt das süsse Wasser nur Wände von geringer Ausdehnung und hält sich nicht lange in den Räumen auf. Die Höhlung vergrössert sich aber nach und nach rings um das Tiefste des Bohrlochs, wo sich ein See mit Salzufern bildet. Das süsse Wasser gelangt zu der Oberfläche dieses Sees und wird dort durch sein geringeres specifisches Gewicht über der dichteren Salzsoole erhalten, welche den Boden einnimmt. Während nun diese Soole durch die Pumpe ausgefördert wird, senkt sich das süsse Wasser, welches nun seinerseits auch Salz aufgenommen hat und macht frischem süssen Wasser Platz. Je grösser der unterirdische See ist, desto langsamer ist die sinkende Bewegung des Wassers von der Oberfläche nach dem Boden des Sees, und deste länger bleibt es auch mit den salzigen Wänden in Berührung. Es ist klar, dass sich die Höhlung über dem Puncte bildet, wo das Wasser in das Saugrohr der Pumpe dringt, und dass sie sich hauptsächlich in söliger Richtung ausdehnen muss, indem sie diejenigen Verzweigungen der Lagerstätte

verfolgt, welche am Meisten auflöslich ist, und welche die reichsten Salztheile enthält. Es ist daher zweckmässig, dass die Saugröhren der Pumpen so tief, als möglich, unter die Oberfläche der salzführenden Lagerstätte hinabgehen.

Die Gewinnung des Steinsalzes durch Bohrbrunnen und durch Auflösung hat den Vortheil, dass kein Schacht- und überhaupt gar kein Grubenbetrieb erforderlich ist, sondern dass diese sehr kostbaren Vorrichtungen durch weit wohlfeilere Bohrbrunnen ersetzt worden sind. Man befolgt diese Gewinnungsmethode seit der Auffindung der Steinsalzlagerstätten in den Salinen von Dürheim und Rapenau in dem Grossherzogthume Baden, zu Rottenmünster, Wimpfen, in der Gegend von Heilbronn im Königreich Würtemberg, hat auf der preussischen Saline zu Artern in der Provinz Sachsen vor einigen Jahren das Steinsalz in einer Tiefe von 1000 Fuss erbohrt und setzt die Bohrarbeiten auch auf den übrigen grossen preussischen Salinen in der Absicht fort, um gesättigte Soole zu erhalten, und um die kostbaren und unbequemen Gradiranstalten aufgeben zu können. Auch in Frankreich wendet man auf den Salinen von Gouhenans, im Departement der obern Saône, Bohrbrunnen zur Salzgewinnung an.

Wir bemerken, dass an keinem der angeführten Puncte die schon seit längerer Zeit*) angewendete Gewinnung des Steinsalzes durch Bohrbrunnen Veranlassung zu Bewegungen des Gebirges gegeben hat, die an der Oberfläche sichtbar sind, obwohl eine ungeheuere Menge von Salz aus dem Schoosse der Erde entnommen worden ist. Es muss ferner bemerkt werden, dass diese Salzmenge nur ein geringer Theil von dem räumlichen Inhalte der unterirdischen Seeen ist, die wirklich in der Mitte der salzführenden Massen vorhanden sind, und die, ehe sie mit dem Bohrer erreicht wurden, die natürlichen Salzquellen speis'ten, die man schon seit undenklichen Zeiten benutzt hat. Es ist klar, dass die eigenthümliche Gestalt der mit Wasser ausgefüllten Höhlungen und hauptsächlich der Druck des Wassers gegen den Himmel derselben die Ursachen sind, welche Brüche und Senkungen des hangenden Gebirges, welche sich bis nach der Oberfläche durch alle Schichten fortpflanzen, verhindern**). Wir sagen hier weiter nichts über die Gewinnung des Steinsalzes durch Bohrbrunnen und Auflösung. Das bei'm Bohren angewendete Verfahren weicht von dem allgemeinen, im 2. Kapitel dieses Werkes beschriebenen, nicht ab. Die Pumpen weichen von den Saugpumpen mit hohlen Kolben, welche zur Wasserhaltung in tiefen Schächten angewendet, und die wir weiter unten beschreiben werden, nicht ab.

3) Abbau mit Bergversatz oder mit Pfeilern, die aus in die Grube gebrachten Materialien aufgeführt werden.

Lagerstätten, bei denen diese Abbaumethode anwendbar ist. — Es ist diese Abbaumethode bei mächtigen Lagerstätten von einem fast gleichförmigen Reichthume, und deren Substanz einen grossen Werth hat, sehr zweckmässig. In diesem Falle befinden sich einige Erzlagerstätten, bei denen die Metalle sehr gleichförmig

*) Die Salinen in der Gegend von Wimpfen und von Jaxtfeld im Neckarthale sind seit länger als 20 Jahren im Betriebe.

**) Man kann hieraus folgern, wie grundlos die Befürchtungen derjenigen Personen sind, welche glauben, dass der aus manchen artesischen Brunnen mit dem Wasser emporkommende Sand, Schlamm etc. Veranlassung zu Einbrüchen geben könnte, welche für die darüber befindlichen Wohnungen gefährlich sey.

266 Met. Tiefe und ziehen durch den Treibschacht zu Tage aus. Der Querschnitt des Treibschachtes beträgt 15,21 Met. und der des Fahrschachtes 5 Met.

Der Wetterofen, welcher die Circulation bewirkt, ist im kurzen Stosse des Treibschachtes 184 Met. tief unter Tage angebracht.

Am 4. Februar 1842 arbeiteten 200 Menschen in der Grube, und aus dem Schachte zogen 6,484 C. M. Grubenwetter in der Secunde aus. Die Temperatur derselben betrug 30° C., die der Tagesluft 2°. Bevor sich die Grubenwetter mit der heissen Luft des Ofens vermengt hatten, besassen sie eine Wärme von 15,5°, und es war demnach dieselbe um 14°,5 durch die Wirkung des Ofens erhöht. Der Barometerstand wurde an diesem Tage um 0,7685 Met. beobachtet. Das Gewicht der ausziehenden Wetter betrug, diesen Angaben zufolge, 7,651 Kilogramm in der Secunde und 661046,4 Kilogr. in 24 Stunden.

Der Ofen verbrauchte in 24 Stunden 7000 Kil. Steinkohlen. Nimmt man an, dass die specifische Wärme der Luft 0,26 beträgt und 1 Kil. Kohlen bei seiner Verbrennung 7000 Wärmeeinheiten erzeugt, so müssten 700 Kil. die Temperatur der ausziehenden Wetter um 28°,5 vermehren. Es kommt demnach nur die Hälfte des angewendeten Wärmestoffs zur Wirkung. Da die Wände des Schachtes vollkommen trocken sind, so ist dieser, für einen Wetterofen sehr geringe Nutzeffect allein seiner mangelhaften Construction zuzuschreiben; der Ofen ist zu hoch im Schachte angelegt und ein Theil der Kohlen fällt unverbrannt durch die Roststäbe. Die Anlage des Ofens kostet 1453 Fr. Er verbraucht jährlich 3194 Hectoliter Steinkohlen, am Werthe 3832,8 Francs. Für die Feuerwartung werden an Löhnen verausgabt 1460,0 Fr. Totalsumme 5292,8 Fr.

Im Schachte Nr. 2 von Grand Buisson findet der Abbau der Kohlen in 150 und 194 Met. Tiefe statt. Der Wetterofen ist in 117 Met. Tiefe angebracht und mündet mit einem geneigten Schlot in 103 Met. Tiefe im Treibschachte aus. Die Wetter fallen durch den Fahrschacht ein, theilen sich bei 150 Met. Tiefe in zwei Ströme, von denen der eine auf den Strecken und Bauen dieses Niveau's einen Weg von 1400 Met. zurückgelegt; er kehrt in 117 Met. Tiefe zum Schachte zurück, wo er zum Theil durch den Ofen geleitet wird. Der andere Strom begiebt sich in die tiefern Baue, um daselbst 274 Met. Strecken zu versorgen.

Am 4. Februar 1842 zogen bei einem Barometerstande von 0,7685 Met. und einer äussern Lufttemperatur von 2° C. 5,320 Cubikm. Grubenwetter in der Secunde aus dem Treibschachte. Dieselben besassen eine Wärme von 33°, und da die Grubenwetter vor ihrer Vermengung mit der heissen Luft 13°,25 Temperatur hatten, so war dieselbe durch den Ofen um 19°,75 erhöht. In 24 Stunden verbraucht der Ofen 560 Kil. Kohlen, welche nach der Berechnung eine Vermehrung der Wärme um 28° bewirken mussten. Der Verlust beträgt demnach 0,29; er ist durchschnittlich aber nur zu 0,20 anzunehmen, da während der Beobachtung das Feuer nicht sehr lebhaft brannte. In der That wurde später eine Temperatur der ausziehenden Wetter von 38°, statt 33°, beobachtet. Man sieht also, dass bei günstigen Umständen ein Nutzeffect von 80 Proc. erzielt werden kann.

Die Anlage des Ofens kostete 3608 Fr., die Kosten für Brennmaterial und Wartung belaufen sich jährlich auf 4526 Fr.

In den Bauen der Schächte Nr. 5 und Nr. 11 von Grand-Hornu wird die Wettercirculation durch 2 Oefen bewirkt, von denen der eine 3 Met. unter Tage im Schachte

Nr. 11 angebracht ist und einen Schlot von 41,74 Met. Höhe mit 1,20 Met. innerem Durchmesser besitzt. Der andere befindet sich bei 210 Met. Tiefe im Schachte Nr. 5. Die Wetter fallen im Treibschachte Nr. 11 bis zu 241 Met. Tiefe ein, theilen sich daselbst in 2 Ströme, von denen der eine 1500 Met. zum grössten Theil sehr unregelmässiger Strecken und Baue von 1 44 Quadratm. Querschnitt durchzieht, in einer Tiefe von 238 Met. zum Schachte zurückkehrt, und im Fahrschachte ausziehend, durch den nahe unter Tage angebrachten Wetterofen geht. Der andere Strom legt ebenfalls einen Weg von 1500 Met. zurück, langt in 210 Met. Tiefe im Schachte Nr. 5 an und zieht daselbst, durch den Wetterofen gehend, zu Tage aus. Am 18. Februar 1842 zogen durch den Schlot des Wetterofens im Schachte Nr. 11 1,880 Cubikmet. Grubenwetter mit einer Temperatur von 74° in der Secunde aus; der Barometer zeigte 0,7683 Meter bei einer äussern Luftwärme von 3°. Bevor die Wetter in den Ofen gelangten, besassen sie eine Temperatur von 13°,5, so dass eine Vermehrung von 60°,5 bewirkt wurde. Der Ofen verbrannte an diesem Tage 713 Kil, Kohlen, deren schlechte Beschaffenheit aber nur eine Annahme von 6000 Wärmeeinheiten für 1 Kil. zuliess. Die ausziehenden Wetter, welche sich zu 166752 Kil. in 24 Stunden berechnen liessen, hätten danach eine Vermehrung der Temperatur um 98°,5 erfahren müssen: der Wärmeverlust betrug also 0,38 der durch die Verbrennung wirklich erzeugten Wärme.

Ein Wassermanometer, auf der Strecke angebracht, welche die Wetter vom Fahrschachte nach dem Ofen führt, zeigte eine grössere Pressung der äussern Luft im Vergleiche zu der Grubenluft an, deren Unterschied durch eine 0,012 Met. hohe Säule destillirten Wassers von 7° Wärme gemessen wurde. Bei dem angegebenen Barometer- und Thermometerstande berechnete man das Gewicht von 1 Cubikm. mit Wasserdampf gesättigte Luft zu 1,297 Kil. Die beobachtete Wassersäule kann mit einer Luftsäule von 9,25 Met. Höhe verglichen werden. Das Volumen der ausziehenden Luft, auf dieselbe Temperatur und Pressung reducirt, beträgt 1,480 Cubikmet. in der Secunde, woraus der Effect des Ofens zu 1,48 × 1,297 Kil. × 9,25 Met. = 17,76 Meterkil. = 0,237 eines Dampfmaschinenpferdes berechnet wurde. Nimmt man an, dass eine Hochdruck-Dampfmaschine ohne Condensation in der Stunde 7 Kil. schlechte Steinkohlen für eine Pferdekraft verbraucht, so ergiebt sich, dass mit den von dem Ofen verbrannten Kohlen eine Dampfmaschine von 4,25 Pferdekräften betrieben werden kann. Es ist also der Ofen mit einem Ventilator zu vergleichen, welcher bei demselben Effect nur 5,5 Proc. der verbrauchten Kraft realisirt. Eine am 11. Mai wiederholte Probe führte zu demselben Resultate. Die Anlage des Ofens kostete 4645 Fr. Die jährliche Ausgabe für Brennmaterial und Wartung betrug 3603 Fr.

Der Ofen im Schachte Nr. 5 verbrauchte am 5. Februar 1842 in 24 Stunden 468 Kil. gute Kohlen. Es strömten bei einer äussern Temperatur von 0°,5 und einem Barometerstande von 0,7674 Met., in der Secunde 2,703 Cubikm. Grubenwetter aus, welche bis 27° erwärmt waren. Bevor die innere Grubenluft durch den Ofen ging, besass sie eine Temperatur von 18°. Rechnet man, dass aus 1 Kil. Kohle 7000 Wärmeeinheiten erzeugt werden können, so findet sich, dass 0,8 der entwickelten Wärme verloren gingen.

Ein zweiter Versuch am 21. Mai ergab einen Verlust von 0,85 der erzeugten Wärme. Dieser geringe Effect von 15 bis 20 Proc. ist unzweifelhaft der beständigen Nässe des Schachtes zuzuschreiben.

Dieser Ofen besteht nur aus zwei Mauern mit Roststäben, welche in einer alten Strecke angebracht sind. Seine Erbauungskosten lassen sich also höchstens auf 100 Fr. veranschlagen. Er verbraucht für Feuerungsmaterial und Wartung jährlich eine Summe von 4036 Fr.

Der Wetterofen des Schachtes Nr. 10 von Grand Hornu befindet sich gleichfalls in einem nassen Schachte und ist bei ihm derselbe Verlust von 0,84 ermittelt. Er verbraucht 698 Kil. Kohle in 24 Stunden, und es betragen die jährlichen Unkosten 3915 Fr.

Im Schachte Nr. 2 von Grand Picquerie befindet sich in 108 Met. Tiefe ein Ofen, dessen geneigter Schlot bei 88 Met. im Treibschachte ausmündet. Der im Fahrschachte einfallende Wetterstrom durchzieht 8—900 Met. Strecken und Baue. Der Ofen verbraucht in 24 Stunden 410 Kil. gute Kohlen, von deren Heitzkraft nach den angestellten Messungen 0,8 verloren gehen. Dieser geringe Effect von 20 Proc. wird ebenfalls durch die Nässe im Schachte veranlasst.

Die Grubenbaue des Schachtes Nr. 1 von Sauvarton sur Dour werden durch einen Wetterofen ventilirt, welcher 3 Met. unter Tage im Fahrschachte erbauet und mit einem Schlote von 25,50 Met. Höhe und 1,44 Quadratm. Querschnitt versehen ist. Die Wetter fallen in dem Treibschachte bis zu 288 Met. Tiefe ein, durchziehen daselbst 288 Met. Strecken und kehren in derselben Tiefe zum Fahrschachte zurück. Aus dem Schlote zogen bei einem Barometerstande von 0,7381 Met. und einer äussern Lufttemperatur von 14° 1,974 Cubikm. Grubenwetter in der Secunde aus. Die grössere Pressung der Tagesluft gegen die Pressung im Innern der Grube wurde durch eine Säule destillirten Wasser von 0,01 Met. Höhe gemessen, welche einer Luftsäule von 8,39 Met. gleich kommt. Das Gewicht eines Cubikmet. mit Wasserdampf gesättigter Luft ergab sich zu 1,19 Kil. Der Nutzeffect des Ofens betrug demnach 1,974 × 1,19 Kil. × 8,39 Met. = 19,6 Meterkil. = 0,26 eines Dampfpferdes. In 24 Stunden wurden 1084 Kil. Kohlen verbrannt, welche für eine Hochdruckmaschine von 6,45 Pferdekräften hinreichend seyn würden. Der Ofen ist daher mit einem Ventilator zu vergleichen, welcher von der empfangenen Kraft nur 4 Proc. realisirt. Die Erbauung des Ofens kostete 3313 Fr. und der jährliche Aufgang für Brennmaterial und Wartung betrug 7592 Fr.

Ueber dem Schachte St. Caroline zu St. Victoire befindet sich ein Wetterofen, welcher zugleich die Dampfkessel der Treibmaschine heizt. Dieselbe besitzt eine Kraft von 35 Pferden, von welcher nach den angestellten Versuchen nur 0,24 einer Pferdekraft für die Wettercirculation zur Anwendung kommen.

Die Baue der Grube Monceau Fontaine werden ebenfalls durch einen Ofen ventilirt, welcher am Tage über dem Fahrschachte steht und zugleich eine Dampfmaschine von 8—10 Pferdekräften heizt. Die Wetter fallen im Treibschachte bis zu 114 Met. Tiefe ein und theilen sich daselbst in zwei Ströme. Der eine durchzieht 1600 Meter regelmässige Oerter, der andere folgt dem Treibschachte bis zu 127 Met. Tiefe und durchläuft hier 1000 Met. unregelmässige Ortslänge. Beide kehren zum Schachte zurück und ziehen durch den Fahrschacht aus. Der Zug des Ofens bewirkt das Einfallen eines Wetterstroms von 1,076 Cubikm. in der Secunde, bei einer äussern Temperatur von 5°,5 und 0,7507 Barometerstand. Die äussere Luft besass im Vergleich zu der innern eine grössere Pressung, welche durch eine Säule destillirten Wassers von 0,003 Meter gemessen wurde, also einer Luftsäule von 2,40 Met. gleichkommt. Das Cubikm.

mit Wasserdampf gesättigter Luft berechnete man bei dem angegebenen Thermometer- und Barometerstande zu 1,25 Kil., die mit dem Ofen erzielte Wirkung auf 1,067 × 1,25 Kil. × 2,4 Met. = 3,2 Meterkil. = 0,042 einer Pferde- oder ½ Proc. der Kraft, welche mit derselben Quantität Brennmaterial und unter denselben Umständen die Dampfmaschine zur Nutzung bringt.

Fasst man die gefundenen Resultate kurz zusammen, so ergiebt sich für Wetteröfen Folgendes:

Sind die Wetteröfen in tiefen, weiten und trockenen Schächten angebracht, so beträgt der Wärmeverlust nur 0,2 der im Ofen erzeugten Wärme; sie bewirken desshalb einen lebhaften Wetterzug und genügen für ausgedehnte Grubenbaue. Befinden sich aber die Wetteröfen in nassen Schächten, so gehen 0,8 der erzeugten Wärme verloren, der Wetterzug ist langsam und für ausgedehnte Baue ungenügend.

Bei Oefen, welche am Tage über dem Schachte angebracht und mit Schloten von 40—50 Met. Höhe versehen sind, ist der Aufgang an Brennmaterial sehr beträchtlich und daneben die bewirkte Ventilation bei einiger Ausdehnung der Baue unzulänglich.

Die Construction eines gut gebaueten Ofens in der Grube kostet in der Provinz Hennegau ohngefähr 3600 Fr., die der gewöhnlichen Oefen nur 1000 bis 1500 Fr. Sie verbrauchen jährlich für Brennmaterial und Wartung 4—5000 Fr. Die Erbauung der Oefen über dem Schachte erfordert einen Kostenaufwand von 4—5000 Fr. und für Brennmaterial und Wartung gehen jährlich 3—4000 Fr. auf.

Maschinen zur Bewirkung eines ununterbrochenen Luftstromes in den Gruben. Zu diesem Zwecke kann jede blasende oder saugende Maschine dienen, indem es immer darauf ankommt, eine Bewegung der Luft in einer gewöhnlich vielfach gekrümmten und an beiden Enden offenen Leitung hervorzubringen. Diess geschieht, indem an einem Ende verdichtete Luft hineingeführt oder aus dem andern Luft gesaugt und diess in die Atmosphäre gepresst wird. Mit Ausschluss einiger besondern Umstände, ist es gleich, ob die Luft gepresst oder gesaugt wird; der Theorie nach besitzen zwar die blasenden Maschinen einen kleinen Vortheil, allein eine genaue Betrachtung der Umstände zeigt, dass die Ausführung guter Wetterbläser in Bezug auf ihren mechanischen Wirkungsgrad manchen Schwierigkeiten unterliegt, welche bei saugenden Maschinen nicht in demselben Maasse vorhanden sind.

Die allgemeinen Bedingungen bei Wettermaschinen sind folgende:

1) Sie müssen sehr bedeutende Luftquanta bewegen.

2) Sie sollen der Luft nur geringe Geschwindigkeiten mittheilen.

3) Sie sollen die Pressung der Luft nur sehr wenig erhöhen, die sie in der Atmosphäre schöpfen, wenn sie blasen, und in der Grube, wenn sie saugen.

Die Gebläse in den Hütten dagegen sind zur Bewegung sehr viel kleiner Luftquantitäten bestimmt, denen aber sehr grosse Geschwindigkeiten ertheilt werden müssen, daher sie auch eine hohe Pressung erhalten. Dieser Unterschied in den verlangten Wirkungen führt natürlich auch sehr bedeutende Abweichungen in den Vorrichtungen herbei, welche in diesen Fällen angewendet werden müssen. An einem Beispiele wird dieser Unterschied noch deutlicher werden.

Auf der Steinkohlengrube Espérance bei Seraing befindet sich eine grosse saugende Cylindermaschine, welche durch eine Dampfmaschine von 25 Pferdekräften in

Bewegung gesetzt wird. Das ausgezogene Luftquantum beträgt nach der Kolbengeschwindigkeit bei 0,7493 M. Quecksilbersäulen-Pressung und 13° C. Temperatur 9,0241 Cubikm. in der Secunde. Nach einer Messung mit dem Anemometer in der Grube beträgt das Luftquantum nur 8,016 Cubikm.; ein Unterschied, der aus den Luftverluste am Kolben und dem schädlichen Raume im Cylinder hervorgeht. Die Luft wird dem Cylinder durch zwei seigere Schächte zugeführt, deren Querschnitt zusammen 3,05 Quadratm. beträgt, daher die Geschwindigkeit der darin aufsteigenden Luft 2,628 M. in der Secunde. Die Pressung der äussern Atmosphäre über die Pressung der durch die Maschine angesaugten Luft beträgt eine Wassersäule von 6,25 bis 9 Centim., also im Mittel 7,675 Centim.; der Effect der Maschine besteht also darin, dass 8,016, Cbkm. Luft mit 2,628 M. Geschwindigkeit in der Secunde unter einem Drucke von 7,675 Centim. Wassersäule in die Atmosphäre ausgeblasen werden; während der Effect eines Gebläses bei dem Holzkohlenhohofen zu Trouçais (Allier) darin besteht, dass 0,29815 Cbkm. Luft mit 61,45 M. Geschwindigkeit in der Düseöffnung unter einem Quecksilberdrucke von 1,92 Centim. oder einem Wasserdrucke von ungefähr 26 Centim. ausgeblasen werden. Bei den Coakshohöfen steigt die Pressung der Gebläseluft bis auf 10 und 11 Centim. Quecksilbersäule, oder 1,36 M. bis 1,50 M. Wassersäule, und die Geschwindigkeit derselben in den Düsen ist daher noch viel grösser, als die angegebene.

Es geht hieraus hervor, dass, wenn Cylindergebläse, wie sie auf den Hütten gebraucht werden, auf die Grubenwetterführung angewendet werden, sie nur *einen* sehr geringen mechanischen Wirkungsgrad besitzen können; ein grosser Theil der Kraft geht bei denselben verloren, oft mehr als die Hälfte. Die Luft muss bei'm Ein- und Austritte am Cylinder durch Ventilöffnungen hindurchgehen und in diesen bei Weitem grössere Geschwindigkeiten annehmen, als sie besitzt oder in den Grubenbauen erhalten soll. Diese Geshwindigkeiten, welche für die verlangte Wirkung beinahe ganz verloren sind, können nicht ohne einen entsprechenden Unterschied in der Pressung der Luft ausserhalb und innerhalb des Cylinders entstehen, welcher die zur Bewegung des Cylinderkolbens erforderliche Kraft natürlich vermehrt. Bei der Wetterführung der Gruben ist dieser Unterschied der Pressung, um die Luft durch die Ventilöffnungen in und aus dem Cylinder zu lassen, beinahe immer gleich, wenn nicht grösser, als der Unterschied der Pressung, um die ungleiche Wirkung hervorzubringen, d. h., um die zusammengedrückte Luft in die Grubenbaue einzuführen, oder um die, aus den Grubenbauen gezogene Luft in die Atmosphäre zu treiben, nachdem sie ebenfalls vorher zusammengedrückt worden ist. Manometer, welche an den Cylindern selbst angebracht wurden, zeigten bei'm Saugen der Pressung der Atmosphäre über die, in den Cylinder eintretende Luft und bei'm Blasen umgekehrt die Pressung der innern Luft über die äussere Atmosphäre an, in welche letztere diese getrieben wird. Bei'm Saugen beträgt dieser Unterschied an einem Cylinder 11,5 Centim., an andern 15 Centim.; bei'm Blasen dagegen 3,3 und 3 Centim. Wassersäule; also hat im Mittel der Kolben einen Druck von 16,4 Centim. Wassersäule zu überwinden, während zur Erreichung des Nutzeffectes nur eine Pressung von 7,675 Centim., also noch nicht einmal die Hälfte von demjenigen nothwendig ist, welchen die Dampfmaschine ausser allen sonstigen Reibungs- und Hindernisslasten hervorbringen muss. Dieser grosse Kraftverlust entsteht, ungeachtet die Ventilöffnungen im Boden der Cylinder und in den Kolben sehr gross und die Kolbengeschwindigkeit sehr geringe ist. In beiden befinden sich 16 Oeffnungen; der Cylinderdurchmesser ist 3,48 M.; der Kolbenhub 2,05 M.; die Maschine macht 14

ganze Hübe pro Minute, und die Kolbengeschwindigkeit ist daher unter 1 M. in der Secunde. Die Dampfmaschine wird auf 25 Pferdekräfte geschätzt; der Dampfdruck im Kessel, die Grösse und Geschwindigkeit des Kolbens und der Brennmaterialaufwand entsprechen auch dieser Angabe. Der Nutzeffect derselben besteht nun darin, dass 8,016 Cbkm. Luft aus der Grube gezogen werden bei einem Barometerstande von 0,7492 M. und die äussere und innere Pressung durch Quecksilbersäulen von 0,7534 M. und 0,7590 M. gemessen werden, deren Unterschied einer Wassersäule von 7,675 Centim. entspricht; und wird also gemessen durch den Ausdruck:

$$8{,}016 \times 0{,}7492 \times 13598 \times \mathit{log.\ hyp.}\ \frac{7590}{7534} = 603{,}6 \text{ Kilm.},$$

welcher 8,05 Pferdekräften (von 75 Kilm. in der Secunde) entspricht; der Nutzeffect ist also kaum $\frac{1}{2}$ von dem Effecte der Dampfmaschine.

Bei den saugenden Cylindermaschinen auf den Gruben Sacré Madame und Monceau Fontaine bei Charleroy ist der Wirkungsgrad der Dampfmaschinen noch geringer; die erste saugt 3,83, die zweite 6 Cbkm. in der Secunde, nach dem Wege des Kolbens berechnet, also in der That etwa $\frac{1}{16}$ weniger; die Pressung der Atmosphäre über die der Luft, welche zu den Cylindern geführt wird, beträgt 5 Centim. Wassersäulenhöhe, und da die bewegenden Dampfmaschinen 10 und 20 Pferdekräfte besitzen, so folgt daraus, dass der Wirkungsgrad derselben auf der Grube Sacré Madame etwa $\frac{1}{4}$ und auf Monceau Fontaine nur $\frac{1}{6}$ beträgt. Dieser ungeheuere Verlust an Kraft fällt keinesweges der schlechten Construction dieser Maschinen zu Last, sondern er ist in dem Systeme der Cylindergebläse begründet, welches keinesweges zu der Wirkung passt, die der Wetterwechsel in den Gruben erfordert. Diese Maschinen dürften der Luft keine unnütze Geschwindigkeit mittheilen, sie nicht über das Erfordern zusammendrücken, damit sie in die Atmosphäre strömen könne, wenn sie saugen; und umgekehrt, um sie in die Grube zu treiben, wenn sie blasen.

Die erste saugende Kolbenmaschine in Belgien wurde 1830 auf dem Schachte St. Louis, Concession Griseuil, bei Mons errichtet. Die Flötze entwickeln starke schlagende Wetter, werden von Unten nach dem Ausgehenden hin abgebauet; die ausziehenden Wetter müssen daher gegen 100 M. seiger auf dem Einfallen des Flötzes nach dem Wetterschachte geführt werden, welcher dicht neben dem Förderschachte liegt.

Auf dem Schachte St. Victoire der Concession Griseuil ist ebenfalls ein Wetterofen durch eine saugende Maschine ersetzt worden. Der Wetterofen befand sich auf der Sohle eines 30 M. tiefen und mit einem 25 M. hohen Thurme versehenen Schachtes, verbrannte täglich 24—30 Hectol. Kohlen, und dennoch war der Wetterzug ungenügend. Der Wetterzug (mit den entzündlichen Gasen) führte zu dem Wetterofen; die Temperatur desselben war so hoch, dass eine eiserne, 30 M. vom Ofen entfernte, Wetterthüre beständig roth war. Die jetzige Maschine besteht aus zwei hölzernen Kästen, jeder Kolben ist 2,4 M. in's Gevierte, ihr Hub ist 1,6 M. und sie machen $19\frac{2}{3}$ Hübe in der Minute. Das ausgezogene Luftvolumen nach den Hüben beträgt 3,02 Cbkm. in einer Secunde, es muss also in der That geringer seyn, obgleich das Anemometer im Förderschachte 3,21 Cbkm. angab. Die Dampfmaschine, welche die Saugkolben bewegt, wird zu 12 Pferdekräften angegeben und verbraucht 20 Hectol. schlechter Kohlen in 24 Stunden.

Achtes Kapitel.

Von dem Wetterwechsel in den Gruben.

Die Luft in den Gruben wird verändert: 1) durch Entziehung eines Theiles ihres Sauerstoffgehaltes; 2) durch Vermengung mit fremden Gasarten. Diese entstehen aus der chemischen Zersetzung gewisser Substanzen, oder entwickeln sich aus Klüften, Höhlungen oder den Poren des Gesteins, worin die Grubenbaue angelegt werden.

Der Sauerstoff der Luft wird durch das Athmen der Arbeiter, das Brennen der Lampen oder Lichte und die chemische Zersetzung mehrerer Körper absorbirt, welche in den Gruben vorhanden sind, oder in dieselben von Aussen gebracht werden müssen. Die ausgeathmete Luft enthält beinahe einen gleichen Antheil Stickstoff, wie die eingeathmete, aber ein Theil des Sauerstoffs wird durch Kohlensäure und Wasserdampf ersetzt, beinahe in demselben Maasse, wie er in die Verbindung dieser Körper eingeht. Ein Mensch athmet höchstens 19 Cubikm. Luft in 24 Stunden ein, oder 792 Liter in der Stunde; das ausgeathmete kohlensaure Gas beträgt etwa 0,03 der eingeathmeten Luft oder 370 Liter in 24 Stunden oder 24 Liter in einer Stunde. Die Menge des Sauerstoffs, welche durch das Brennen der Lampen absorbirt wird, hängt von der Beschaffenheit und von dem Gewichte des verbrannten Leuchtstoffes ab; es bildet sich dabei ebenfalls kohlensaures Gas und Wasserdampf; die grössten Grubenlampen absorbiren weniger Sauerstoff in gleicher Zeit, als ein Mensch durch das Athmen.

Bei der Umänderung von Schwefelverbindungen, unter der Einwirkung der atmosphärischen Luft und des Wassers, in schwefelsaure Verbindungen, von gewissen Oxydulen und basisch kohlensauren Salzen in Oxyde, bei der fauligten Gährung von animalischen und vegetabilischen Substanzen wird der Luft Sauerstoff entzogen, welcher in die Verbindung der neugebildeten Substanzen eingeht, und dagegen entwickelt sich Kohlensäure, Wasserstoff, Stickstoff und Ammoniak. Diese Gase enthalten ausserdem noch übelriechende, chemisch nicht bekannte Substanzen, Miasmen, die höchst nachtheilig auf die menschliche Gesundheit einwirken.

Der grösste Theil der brennlichen Mineralien und besonders der Steinkohlen erleiden eine Veränderung, wenn sie der atmosphärischen Luft ausgesetzt sind, bei der wahrscheinlich der Luft Sauerstoff entzogen und dagegen Wasser und Kohlensäure, vielleicht auch Verbindungen von Kohlenstoff und Wasserstoff, gebildet werden.

Diejenigen Gasarten, welche sich vorzugsweise aus dem Gesteine entwickeln, sind: kohlensaures Gas, Kohlenwasserstoffgas im Minimo, vielleicht bisweilen mit Wasserstoffgas gemengt; seltener Schwefelstoffgas.

Die Gase, welche aus der chemischen Zersetzung gewisser Substanzen hervorgehen, sind besonders die Verbrennungsproducte des Pulvers; diese sind theils nach der Zusammensetzung und dem Feuchtigkeitszustande desselben etwas verschieden in ihren quantitativen Verhältnissen, sie bestehen in Kohlensäure, Stickstoff, Kohlenoxyd, Wasserdampf, Kohlenwasserstoff und etwas Schwefelwasserstoff. Die festen Producte bestehen in unverbranntem Pulver, schwefelsaurem Kali und Schwefelkalium und werden in höchst fein vertheiltem Zustande zerstreut. Der Pulverdampf, in dem sie sich befinden, greift die Athmungsorgane sehr heftig an, und derselbe muss daher durch einen lebhaften Wetterzug aus den Gruben vertrieben werden.

Es scheint, dass die Einwirkung des Wassers oder des Wasserdampfes auf Schwefeleisen, welches in der Zersetzung begriffen ist, zur Entstehung von Schwefelwasserstoff in kleinen Mengen Veranlassung giebt. Die Zersetzung von kohlensaurem Kalk durch saure Wasser, welche in den Gruben ziemlich häufig sind, kann Kohlensäure hervorbringen.

Bei den Grubenbränden auf Steinkohlenflötzen entwickelt sich ein Gemenge von Kohlensäure, Kohlenoxyd, schwefelichter Säure, durch die Verbrennung des Schwefels oder Kiese, die beinahe in allen Steinkohlen vorkommen, von Kohlenwasserstoffgasen. Diese Gasgemenge besitzen ausserdem einen eigenthümlichen, widrigen Geruch.

In den Quecksilbergruben entwickeln sich Quecksilberdämpfe, die einen sehr nachtheiligen Einfluss auf die Gesundheit der Arbeiter ausüben, und die, wie es scheint, sich kaum durch einen lebhaften Wetterwechsel fortschaffen lassen. In den Arsenikgruben bemerkt man häufig den eigenthümlichn Arsenikgeruch, ohne dass die Arbeiter besonders leiden, wenn der Wetterwechsel genügend lebhaft ist.

Die Gasarten, welche in den Gruben angetroffen werden, bilden daher nur eine geringe Zahl: Kohlensäure, Stickstoff im Ueberschusse gegen das normale Verhältniss in der atmosphärischen Luft, Kohlenwasserstoff im Minimo, rein oder gemengt mit Wasserstoff, Miasmen; seltener und in geringer Menge: Wasserstoff, Schwefelwasserstoff, Kohlenoxyd, schweflichte Säure, Quecksilber- und Arsenikdämpfe.

Kohlensäure. Das specifische Gewicht derselben ist 1,524. Das Wasser nimmt bei dem atmosphärischen Drucke ein gleiches Volumen derselben auf, unter einem grössern Drucke mehr, der Ueberschuss entweicht aber, sowie sich dieser Druck vermindert. Bei der Bewegung des Wassers trennt sich die Kohlensäure beinahe gänzlich davon. Die Alkalien und die alkalischen Erden (im kaustischen Zustande) absorbiren dieselben sehr rasch und halten sie sehr fest. Luft, welche durch Kalkmilch geht, oder durch eine Auflösung von Kali oder von Natron, wird ganz davon gereinigt. Sie kann weder die Verbrennung noch das Athmen unterhalten. Lichte brennen bereits schlecht in einer Luft, der 5 bis 8 Procent Kohlensäure beigemengt sind, und sie erlöschen augenblicklich, wenn dieser Gehalt bis auf 10 Procent anwächst, welche über 8 Procent Kohlensäure enthält; die Kohlensäure wirkt wie ein Gift auf den Organismus ein, der Erstickungstod erfolgt in sehr kurzer Zeit, Kopf- und Augenschmerz gehen voraus. Die in Kohlensäure Erstickten können nur langsam wieder erweckt werden; nur in dem Falle, dass sie überhaupt eine ganz kurze Zeit in der Kohlensäure verblieben waren. Zum Leben zurückgeführt, leiden sie längere Zeit besonders an heftigen Kopfschmerzen

Die Kohlensäure entsteht in allen Gruben durch das Athmen der Arbeiter, das Brennen der Lüfte, des Pulvers, die fauligte Gährung oder das langsame Verbrennen aller animalischen und vegetabilischen Substanzen und wahrscheinlich auch der brennlichen Mineralien.

Unabhängig von diesen allgemeinen Ursachen entwickelt sich dieselbe häufig aus Klüften und Höhlungen des Gesteins, sie ist in den Mineralquellen enthalten und sogar in andern Wässern, welche gewöhnlich diese Benennung nicht erhalten und entwickelt sich daraus, wenn sie mit der Atmosphäre in Berührung treten. Man findet daher bisweilen in den Gruben mehrere Quellen von Kohlensäure, besonders in Gegenden, wo sonst auch Mineralquellen vorkommen, wie in den Gruben von Pont Giband *(Puy-de-dome)*, in den Umgebungen von Rochelle (Gard).

Alle unterirdischen Räume, die nur einen Ausgang haben, in denen die Luft sich nicht erneuet, enthalten eine mit Kohlensäure gemengte Luft; diess ist auch der Fall, sobald bei mehren Ausgängen die Erneuerung der atmosphärischen Luft nicht schnell genug stattfindet, oder die Lage der Ausgänge das Fortführen der Kohlensäure erschwert; daher muss man bei dem Eindringen in solche Räume, in verlassene Gruben und bei Durchschlägen in dieselben vorsichtig seyn.

Bei dem grossen specifischen Gewichte erfüllt die Kohlensäure besonders die unteren Theile dieser Räume; dennoch verbreitet sie sich in dem ganzen Raume, nach den bei allen Gasarten bestehenden Gesetzen, dass sie sich ungeachtet des verschiedenen specifischen Gewichtes vermengen; obgleich bei fortdauernder Entwickelung sie die untern Theile des Raumes immer in grösserer Reinheit erfüllt.

In den Gruben, in welchen eine Kohlensäure-Entwickelung stattfindet, muss der Wetterwechsel so stark seyn, dass das Verhältniss derselben in der Luft niemals so anwächst, um schädlich zu werden.

Stickstoff. Sein Gemenge mit dem Sauerstoffe, im Verhältnisse von 79 zu 21 dem Volum nach, bildet die atmosphärische Luft Sein specifisches Gewicht beträgt 0,976. Derselbe ist zwar unfähig zum Athmen und Verbrennen, äussert aber an sich selbst keinen schädlichen Einfluss auf das thierische Leben; die Erstickung im Stickstoffe ergiebt sich nur aus dem Mangel an Sauerstoff Luft, welcher der Sauerstoff nur in einem gewissen Maasse entzogen ist, kann noch ohne Nachtheil eingeathmet werden und unterhält die Verbrennung. Ein Talglicht brennt noch in einer Luft, welche über 18 Procent Sauerstoff enthält, eine Grubenlampe, wenn sie über 16 Procent, eine Argantsche Lampe, wenn sie bis auf 14 Procent enthält; ein Mensch kann noch darin athmen, wenn die Luft über 15 Procent Sauerstoff enthält. Die Erstickung erfolgt in einer solchen Luft langsamer, die Wiedererweckung ist leichter, als bei der Kohlensäure.

Ueberall, wo sich Kohlensäure auf Kosten des Sauerstoffs der Luft bildet, findet sich gleichzeitig mit der Kohlensäure auch ein Ueberschuss von Stickstoff in der Luft. Dieses Gemenge findet sich vorzugsweise in den Grubengebäuden, welche keinen genügenden Wetterwechsel besitzen (böse Wetter).

Kohlenwasserstoff im Minimo, derselbe besteht aus 2 Volumtheilen Wasserstoff und 1 Volumtheil Kohlengas, welche zusammen nur 1 Volumtheil einnehmen, dem Gewichte nach aus 26,06 Procent Wasserstoff und 73,04 Kohle. Das specifische Gewicht ist 0,555. In einem gewissen Verhältnisse mit der atmosphärischen Luft gemengt, wird derselbe durch einen brennenden Körper oder durch einen elektrischen Funken

entzündet und brennt mit einer lichtblauen Flamme, ohne starke Lichtentwickelung. Die Verbrennungsproducte sind Wasser- und Kohlensäure. Wenn der atmosphärischen Luft $\frac{1}{30}$ bis $\frac{1}{15}$ dem Volumen nach Kohlenwasserstoff beigemengt ist, und eine Lichtflamme wird darin eingetaucht, so vergrössert sich die Flamme in dem Maasse, als mehr Kohlenwasserstoff in dem Gemenge enthalten ist; und sie scheint mit einem lichtblauen Scheine umgeben, der besonders nach der Spitze hin auffallend ist. Die Entzündung theilt sich jedoch nicht dem umgebenden Gasgemenge mit. Wenn aber $\frac{1}{14}$ Kohlenwasserstoff in dem Gemenge enthalten ist, so wird die ganze Gasmasse, aber ohne starke Detonation, entzündet; sie nimmt aber zu, wenn das Verhältniss bis zu $\frac{1}{8}$ oder $\frac{1}{9}$ steigt, wo das Gemenge alsdann höchst explodirend ist.

Wenn das Gemenge noch mehr Kohlenwasserstoff enthält, so nimmt die explodirende Beschaffenheit desselben ab, und wenn $\frac{1}{3}$ darin enthalten ist, so entzündet sich dieselbe nicht mehr, vielmehr erlischt eine Flamme darin. Glühendes Eisen oder Kohlen entzünden das Gemenge der atmosphärischen Luft und des Kohlenwasserstoffs nicht, es ist dazu ein brennender Körper erforderlich. Stickstoff und Kohlensäure verhindern, wenn sie auch nur in geringer Menge in der ganzen Masse vorhanden sind, die Explosion, oder schwächen dieselbe; $\frac{1}{7}$ Kohlensäure genügt, um die Explosion zu hindern. Der Kohlenwasserstoff kann ohne Nachtheil eingeathmet werden, wenn er weniger als $\frac{1}{3}$ des Gemenges ausmacht, erreicht er dieses Verhältniss, so tritt Erstickung, aus Mangel an Sauerstoff, ein. Der Kohlenwasserstoff ist nicht im Wasser löslich, wird nicht von den Alkalien absorbirt, wird nicht von Chlorgas zersetzt, es sey denn unter Einwirkung des Lichtes und des Wasserdampfes, Bedingungen, die sich in den Gruben nicht vereint finden. Kugeln von Thon und Platinschwamm besitzen die Eigenschaft, die Verbindung von Sauerstoff und Wasserstoff langsam und ohne Flamme herbeizuführen, wahrscheinlich würden sie auch eine ähnliche Einwirkung auf das Gemenge des Kohlenwasserstoffs und der atmosphärischen Luft ausüben, doch dürfte dieses Mittel zur Zerstörung des Kohlenwasserstoffs in den Gruben nicht anzuwenden seyn.

Der Kohlenwasserstoff ist in der Natur sehr verbreitet, derselbe entwickelt sich aus Sümpfen, aus stehenden oder langsam fliessenden Wässern; er dringt aus besondern Klüften in dem Boden und veranlasst die natürlichen Feuer; aus Bohrlöchern, mit denen man Salzsoole aufsucht, wie in China, in einigen Steinsalzwerken. Aber ganz besonders entwickelt sich derselbe in Steinkohlengruben unter dem Namen von schlagenden Wettern, und zwar gewöhnlich aus den Poren der Steinkohle, welche gewonnen werden, namentlich aus den backenden Steinkohlen, doch bisweilen auch aus den Sinter- und Sandkohlen. Bisweilen entwickeln sich sogar schlagende Wetter aus einem Theile eines Steinkohlenflötzes, aus einem andern aber nicht. In diesen Kohlengebirgen strömen auch die schlagenden Wetter aus Klüften in dem Sandsteine und Schieferthone oft mit Heftigkeit — sogenannte Bläser — oder aus vielen Ablösungen im Schiefer mit einem eigenen Geräusche, wie bei der Entwicklung aus der Steinkohle (Krebsen).

Der Kohlenwasserstoff entwickelt sich besonders auf den Kohlenflötzen in der Nähe von Störungen, Verwerfungen und Verdrückungen. Auch kommen Höhlen in den Flötzen vor, in denen die schlagenden Wetter eine hohe Pressung besitzen, die plötzlich hervorbrechen, wenn die Wände derselben durch den Betrieb geschwächt werden; solche Fälle sind besonders in Nord-England vorgekommen und oft von verderblichen Folgen für die Arbeiter gewesen.

Bei dem hohen Drucke, unter dem die schlagenden Wetter bisweilen hervortreten, wird deren Entwickelung nicht immer durch Unterwassersetzen der Strecken gehemmt, dieser Druck übersteigt bisweilen den Druck einer Wassersäule von 10 bis 15 Meter.

Der Kohlenwasserstoff strebt bei seinem geringen specifischen Gewichte danach, die obern Theile der Grubenbaue einzunehmen, und ungeachtet sich derselbe in einem Raume mit den übrigen darin enthaltenen Gasarten mengt, so ist er doch in den obern Theilen immer viel reiner, besonders wenn sie ausserhalb des Wetterwechsels liegen. Aus demselben Grunde zieht derselbe leicht aus seigern oder donlägigen Schächten aus. Er findet sich in alten Arbeiten auf Kohlenflötzen, in Strecken, die keinen Wetterwechsel haben, und oft in dem Verhältnisse mit atmosphärischer Luft gemengt, um explodiren zu können. In solche Räume darf man daher nicht ohne die erforderlichen Vorsichtsmaassregeln eindringen.

Oelbildendes Gas. — Dieses Gas ist zusammengesetzt aus 14,98 Wasserstoff und 85,02 Kohlenstoff. Sein specifisches Gewicht ist 0,98.

Es verbrennt mit einer rothen Flamme, dessen Leuchtkraft weit grösser ist, als das des Kohlenwasserstoffgases. Es ist hauptsächlich dieses Gas, welches durch Destillation aus der Steinkohle entwickelt und als Leuchtgas benutzt wird. Es ist weit entzündlicher, als das Kohlenwasserstoffgas.

Chlorgas zersetzt es, und das Gemisch dieser beiden Körper giebt zu verschiedenen Reactionen Veranlassung, je nachdem sie im Dunkeln, in der gewöhnlichen Temperatur, oder in der Wärme, oder in der unmittelbaren Einwirkung des Sonnenlichts bewirkt werden.

Aus den Analysen des Herrn Professor Bischoff in Bonn folgt, dass es in mehreren Steinkohlengruben mit Kohlenwasserstoff vermengt ist, welches diesen Chemiker zu der Annahme geführt hat, dass die schlagenden Wetter der Steinkohlengruben die Menge in verschiedenen Verhältnissen, nach den Localitäten, von Kohlenwasserstoffgas, von ölbildendem Gas und von andern Gasen in geringem Verhältnisse, als atmosphärische Luft, Stickstoff oder Kohlensäure seyn. Jedoch haben die englischen Chemiker, und namentlich Herr Turner, gefunden, dass die an verschiedenen Puncten englischer Steinkohlengruben gesammelten schlagenden Wetter einzig und allein aus Kohlenwasserstoff, im zufälligen Gemenge mit etwas atmosphärischer Luft und Kohlensäure, bestehen. Herr Bischoff selbst hat in den Gasen aus der Gerhard- und Wellesweilergrube in dem Steinkohlenbecken von Saarbrücken nur so geringe Mengen von ölbildendem Gase gefunden, dass man sie Irrungen bei der Analyse zuschreiben kann. Anders war es aber bei dem brennbaren Gase, welches man aus einem Bohrbrunnen im Fürstenthume Schaumburg sammelte. Derselbe war im Liaskalk, der ein Steinkohlenflötz enthielt, abgebohrt. Hier war die Absorption durch das Chlorgas, welches mit dem aufgefangenen Gase in einer undurchsichtigen Glasflasche vermischt worden war, sehr bedeutend, und die eudiometrische Analyse hat dem Volum nach nicht weniger, als 16 Procent ölbildendes Gas, gegen 79 Kohlenwasserstoff und 4,79 andere Gase angegeben. Metallgaze, welche im Stande war, die Mittheilung der Flamme bei Gasen zu verhindern, die in den Bergwerken von Saarbrücken gesammelt worden, waren nicht fein genug, um die Flamme des Gases aus dem Bohrbrunnen im Schaumburgischen aufzuhalten, und die dortigen Bergleute müssen zu ihren Sicherheitslampen weit engere Gaze anwenden, als man sich gewöhnlich zu denselben bedient.

Demnach sind bis jetzt die in dem eigentlichen Steinkohlenbergwerken gesammelten Gase entweder gar kein, oder nur sehr wenig ölbildendes Gas und bestehen aus Sumpfluft mit etwas atmosphärischer Luft, Stickstoff und Kohlensäure. Das einzige brennbare Gas, welches aus einer andern als der Steinkohlenformation kam, und welches analysirt worden ist, enthielt dagegen eine so bedeutende Menge von ölbildendem Gase, dass seine Eigenschaften verändert wurden, und es weit entzündlicher wurde. Es wäre demnach zu wünschen, dass man die brennbaren Gase aus verschiedenen Gebirgsformationen analysirte, namentlich die, welche man häufig genug in der Nachbarschaft der salzführenden Lagerstätten trifft, sowie auch die, welche mit den Erdölquellen vorkommen.

Wasserstoff. Das Vorkommen desselben in den Gruben ist noch durch keine chemische Analyse nachgewiesen; derselbe bildet sich bei der Zersetzung animalischer und vegetabilischer Stoffe unter Einwirkung von Wasser und Luft nicht. Wenn er vorkäme, so würde er die Gemenge von Kohlenwasserstoff und atmosphärischer Luft entzündlicher und daher auch gefährlicher machen; sein specifisches Gewicht ist 0,0688.

Schwefelwasserstoff zeichnet sich durch den eigenthümlichen Geruch nach faulen Eiern aus, das specifische Gewicht ist 1,1912; er ist im Wasser löslich, welches das 3fache Volum davon aufnimmt. Die alkalischen Auflösungen absorbiren denselben sehr schnell; Chlor zersetzt ihn, verbindet sich mit dem Wasserstoffe und Schwefel wird abgesetzt. Mit atmosphärischer Luft gemengt, kann derselbe entzündet werden; die Verbrennungsproducte sind Wasser und schweflichte Säure. Das Vorhandenseyn desselben in einem Gasgemenge lässt sich leicht dadurch erkennen, dass die weissen Blei- und Wismuthsalze geschwärzt werden; so Papierstreifen, die vorher in eine Auflösung von essigsaurem Blei getaucht worden sind. Derselbe greift die thierische Organisation im höchsten Grade an; ein Vogel stirbt, wenn in der Luft nur $\frac{1}{1000}$ Schwefelstoff vorhanden ist, ein Hund bei $\frac{1}{800}$, ein Pferd bei $\frac{1}{200}$ Volumtheil desselben. Dieses Gas bildet sich, wenn Schwefel in fein vertheiltem Zustande mit sich entwickelndem Wasserstoffgase in Berührung kommt; es kann sich daher in Gruben bei der Zersetzung von Schwefelkies bilden. Derselbe ist in Cloaken, in Düngergruben vorhanden, viele Mineralquellen enthalten denselben, und er kann daher auch wohl aus Klüften in Gruben einströmen. —

Schweflichte Säure und Kohlenoxyd. Diese Gase bilden sich in den Gruben wohl nur bei der Verbrennung des Pulvers, bei Grubenbränden, wo Steinkohlen und Zimmerung in lebhaften Brand gerathen. Schweflichte Säure entwickelt sich in der Nähe thätiger Vulcane, sie könnte daher auch wohl aus Gesteinsklüften in Grubengebäude eindringen; ihr specifisches Gewicht ist 2,1204. Das Kohlenoxydgas entzündet sich in der Berührung mit atmosphärischer Luft bei Annäherung einer Flamme und verbrennt mit blauer Flamme, wobei es sich in Kohlensäure umändert; sein specifisches Gewicht ist 0,957.

Nach Herrn Le Blanc übt das Kohlenoxydgas auf die thierische Organisation einen noch weit nachtheiligern Einfluss aus, als die Kohlensäure.

Quecksilber- und Arsenikdämpfe. Das Vorhandenseyn von Quecksilberdämpfen in den Gruben von Idria und Almaden äussert einen sehr nachtheiligen Einfluss auf die Gesundheit der Arbeiter; es wird unmittelbar dadurch nachgewiesen, dass Goldplättchen durch die Grubenwetter weiss gefärbt werden. Da auch der stärkste Wetterwechsel nicht genügt, um diese Dämpfe aus den Grubenbauen zu vertreiben, so

ist es angemessen, die Arbeiter nicht anhaltend darin zu beschäftigen. Der Arsenikgeruch, welcher sich in den Gruben bisweilen findet, wo Arsenikverbindungen (Kiese) gewonnen werden, scheint keinen nachtheiligen Einfluss auf die Arbeiter auszuüben, wenn für einen genügenden Wetterzug gesorgt ist.

Miasmen. Ausdünstungen von Menschen und Thieren im gesunden, besonders aber im kranken Zustande, von allen animalischen und vegetabilischen Substanzen, die brennlichen Mineralien mit eingeschlossen, welche eine chemische Veränderung erleiden. Sie entgehen bisher noch der chemischen Analyse, zeichnen sich durch einen sehr bösen Geruch aus und äussern einen höchst nachtheiligen Einfluss auf den menschlichen Organismus. Chlorgas zerstört die Miasmen in den Krankenhäusern, aber es ist sehr zweifelhaft, ob sein Einfluss ebenso wirksam in denjenigen Räumen seyn würde, welche damit im höchsten Grade erfüllt sind, wie es bisweilen in den Gruben stattfindet.

Einfache Mittel, um zu erkennen, ob die Luft in den Grubenbauen uneinathmenbar oder explodirend ist. — Diese Mittel sind immer anzuwenden, wenn man in Gruben und natürliche Höhlen eindringen will, die nicht regelmässig besucht werden.

1) Ist man im Voraus überzeugt, dass kein entzündbares Gasgemenge in dem Raume vorhanden ist, so lässt man eine Lampe hinab, und wo diese brennt, wird man auch einathmenbare Luft finden; ein Ueberschuss an Kohlensäure, oder an Stickstoff. Schwefelwasserstoff in solcher Menge, dass er schädlich werden kann, giebt sich durch den Geruch, besser noch durch das Schwärzen von Papierstreifen zu erkennen, die in essigsaures Blei getaucht waren.

Wenn das Licht darin erlöscht, so enthält die Luft entweder Kohlensäure, oder einen grossen Ueberschuss von Stickstoff, oder gewöhnlich findet beides gleichzeitig statt. Besitzt die Luft überdiess einen schlechten Geruch, schwärzt sie essigsaures Blei, so würde das Eindringen sehr gefährlich seyn, bevor nicht eine Erneuerung der Luft stattgefunden hat; oder wenn man sich nicht besonderer Vorrichtungen für das Athmen bedient.

2) Hegt man dagegen die Vermuthung, dass Kohlenwasserstoff in der Luft enthalten sey, so muss, anstatt einer gewöhnlichen Lampe, eine Davysche Sicherheitslampe gebraucht werden. Enthält die Luft zwischen $\frac{1}{30}$ und $\frac{1}{36}$ Kohlenwasserstoff im Minimo, so erweitert sich die Flamme in dem Drahtcylinder; enthält dieselbe $\frac{1}{12}$ Kohlenwasserstoff, so erfüllt sich der ganze Drahtcylinder mit Feuer, in dem man noch die Flamme des Dochtes unterscheiden kann; enthält dieselbe bis $\frac{1}{6}$ oder $\frac{3}{6}$ Kohlenwasserstoff, so erfüllt sich der Drahtcylinder sehr schnell mit einer glänzenden Flamme, der Draht selbst wird glühend, die Dochtflamme ist nicht mehr zu bemerken; enthält dieselbe $\frac{1}{3}$ Kohlenwasserstoff (dem Volumen nach), so erlöscht die Lampe.

Wo die Sicherheitslampe brennt, ist das Athmen gefahrlos, wenn nicht ausserdem Miasmen in der Luft enthalten sind. Aber es ist gefährlich, sich in Räumen aufzuhalten, wo sich der Drahtcylinder mit Flamme erfüllt, wo irgend ein Zufall die Luft in Bewegung setzen und die Flamme durch den Cylinder hindurch treiben und eine Explosion hervorrufen kann; wo hingegen die Sicherheitslampe erlischt, ist die Gefahr der Erstickung vorhanden.

Man muss voraussetzen, dass alle Räume mit schlagenden Wettern erfüllt sind, welche mit Kohlenflötzen in Verbindung stehen, auf denen überhaupt schlagende Wetter sich entwickeln, selbst wenn diese Verbindungen theilweise unter Wasser stehen

sollten; ja selbst alle Grubenbaue in der Nähe von Kohlenflötzen, welche schlagende Wetter hervorbringen, sind verdächtig, dass auch sie damit erfüllt sind.

Unzulänglichkeit der chemischen Agentien zur Zerstörung der schlechten Wetter in den Gruben. — Sobald in einem Raume die Lampe nicht brennt, oder sich der Drahtcylinder der Sicherheitslampe mit Feuer erfüllt, ist immer eine nahe Gefahr mit dem Eindringen in denselben verbunden. Die Anwendung chemischen Reagentien zur Absorption oder Zersetzung der schädlichen Gasarten ist ganz ungenügend; theils weil nicht eine innige Berührung beider hervorgebracht werden kann, theils weil die Gasarten sich aus denselben Ursachen wieder erzeugen, welche sie anfänglich hervorgebracht haben. So ist es nicht möglich, die Kohlensäure in Gruben, selbst nicht vor einzelnen Orten, durch Kalkmilch zu zerstören, wenn dieselbe aus Klüften des Gesteins mit einiger Stärke hervortritt.

Früher war es Gebrauch, schlagende Wetter absichtlich in den Gruben zu entzünden, um sie zu zerstören; derselbe war nicht allein gefährlich für die Arbeiter, welche das Gas entzünden mussten, sondern auch für die Gruben, welche dadurch in Brand gesetzt werden konnten, und es war noch der Nachtheil dabei, dass für jeden Volumentheil Kohlenwasserstoff, welcher verbrannt wurde, zwei Volumentheile Sauerstoff verschwanden, und die Luft durch Kohlensäure und Wasserdampf verdorben wurde. Dieser Gebrauch ist jetzt, und mit Recht, abgestellt.

Das Schwefelwasserstoffgas und die Miasmen können in den Gruben nicht durch Chlorgas zersetzt und unschädlich gemacht werden, weil sie in zu grosser Menge vorhanden seyn können.

Nothwendigkeit eines lebhaften und dauernden Wetterwechsels. — Nur dadurch kann die Luft in den Gruben oder in andern unterirdischen Räumen gereinigt werden, dass die schädlichen Gasarten durch eine so grosse Menge von atmosphärischer Luft verdünnt werden, um ihren schädlichen Einfluss zu verlieren. Da diese Gasarten sich aber fortwährend entwickeln, so muss auch die atmosphärische Luft fortdauernd in allen Theilen der Grubenbaue erneuert werden, oder es muss ein ununterbrochener Luftstrom (Wetterwechsel) hergestellt werden, welcher in eine Oeffnung der Grubenbaue eintritt und aus einer andern wieder in die Atmosphäre austritt und die Gasarten auf seinem Wege verdünnt und fortführt.

Um die Luft gesund, ohne schädlichen Einfluss für die Arbeiter zu machen, welche 8, 10 und selbst 12 Stunden täglich darin verbleiben, genügt es nicht, dass eben ein Licht darin brennen kann, oder dass sie nicht explodiren, die Gefahr kann vorhanden seyn, ohne plötzlich bemerkbar zu werden. Bei mangelhaftem Wetterwechsel werden die Arbeiter von einer eigenthümlichen Krankheit, die Anämie, befallen; es ist nicht genau bekannt, ob kleine Mengen von Schwefelwasserstoffgas, Miasmen, die Veranlassung sind, aber die Krankheit verschwindet, wenn ein genügender Wetterwechsel hergestellt wird.

Es treten aber auch Umstände ein, unter welchen es dringend nothwendig ist, in böse oder schlechte Wetter einzudringen, bevor es möglich ist, einen Wetterwechsel herbeizuführen, um Verunglückte zu retten, um eine dringende Gefahr von einem Grubengebäude abzuwenden. In dem letzten Abschnitte sind die Mittel angegeben, welche in diesen Ausnahmefällen angewendet werden müssen.

Allgemeine Eigenschaften der luftförmigen Flüssigkeiten und Gesetze ihrer Bewegung. — Die luftförmigen Flüssigkeiten üben auf die Wände der

sie einschliessenden Räume und auf die Oberfläche aller, in ihnen enthaltenen Körper einen Druck aus, welcher durch die Quecksilbersäule des Barometers gemessen wird. Wenn die Höhe der Quecksilbersäule 75 Centim. bei 0° Temperatur beträgt, so übt die Luft einen Druck aus, welcher dieser Säule entspricht. Da nun 1 Cubm. Quecksilber ein Gewicht von 13,528 Kilogr. besitzt, so beträgt dieser Druck auf 1 Q. M. 13598 × 0,75 Kilogr. = 10198,5 Kilogr.

Die Spannung oder Pressung einer luftförmigen Flüssigkeit nennt man den Druck, in Gewichtseinheiten angegeben, auf eine Flächeneinheit. Das specifische oder das Gewicht eines Cubikmaasses Quecksilber ist nach der Temperatur verschieden; um daher den Druck der Luft aus einer Barometermessung folgern zu können, muss die Temperatur des Quecksilbers angegeben seyn. Das Quecksilber dehnt sich für 1° C. um $\frac{1}{5550}$ seines Volums aus. Nennt man die Temperatur t, so ist das Gewicht von 1 C. M. Quecksilber bei derselben daher 13598 Kilogrammen:

$$1 + \frac{t}{5550} = \frac{13598 \times 5550 \text{ K.}}{5550 + t}$$

Zur Bestimmung des Druckes einer luftförmigen Flüssigkeit in einem Gefässe bedient man sich des Manometers; dasselbe besteht aus einer in drei Armen gebogenen Röhre (Taf. 23, Fig. 1). In der untern Biegung c der beiden Schenkel mc und nc befindet sich eine Flüssigkeit, Quecksilber, Wasser oder Alkohol. Das eine, offene Ende mp steht mit dem Innern des Gefässes, mittelst einer Oeffnung in der Wand AB, in Verbindung, so dass die Flüssigkeit a in einem Schenkel c von der Luft im Innern des Gefässes, in dem andern b von der äussern Atmosphäre gedrückt wird. Der Unterschied in dem Stande der Flüssigkeit in den beiden Schenkeln mc und nc misst der Unterschied des Druckes der äussern Atmosphäre und der Luft im Innern des Gefässes, und da der absolute Druck der Atmosphäre durch das Barometer gemessen werden kann, so wird daraus auch der absolute Druck der Luft in dem Innern des Gefässes bestimmt werden können. Wenn das Manometer mit Quecksilber gefüllt ist und h dessen Niveaudifferenz in beiden Schenkeln in Metern ausdrückt und t die Temperatur desselben ist, so ist die Differenz der Pressung der Luft in dem Gefässe und der äussern Atmosphäre $h + \frac{13598 + 5550}{5550 \times t}$; der innere Druck ist grösser oder kleiner, als der äussere, jenachdem das Quecksilber in dem innern oder äussern Schenkel nc tiefer steht.

Man wendet häufig Wasser oder Alcohol in dem Manometer an, um die Unterschiede des Niveaus auffallender zu machen: es ist aber nothwendig, destillirtes Wasser oder reinen Alcohol zu gebrauchen, um die specifischen Gewichte der angewendeten Flüssigkeit genau angeben zu können. Eine kleine Unbestimmtheit bleibt dennoch, weil die Ausdehnung dieser Flüssigkeiten nicht regelmässig und nicht ganz genau bekannt ist; die Corection wegen der Temperatur findet daher Schwierigkeiten. Wendet man Wasser an, so beträgt das Gewicht von 1 C. M. bei 4° C. 1000 Kilogr., bei 10° C. aber 999,89 Kilogr., bei 20° C. 998,56 Kilogr., bei 30° C. 996,10 Kilogr. Beobachtet man bei Temperaturen, welche dazwischen fallen, so lassen sich die entsprechenden Gewichte leicht durch Interpolation aus diesen Angaben ableiten.

Wendet man reinen Alkohol an, so beträgt dessen Gewicht von 1 C. M. bei 17 bis 20° C. 792 Kil., und man kann die Ausdehnung desselben zu $\frac{1}{900}$ des Volums für 1° C. annehmen, daher ist das Gewicht von 1 C. M. bei t^0 Temperatur

$$792 : t + \frac{t-20}{900} = \frac{712800 \text{ Kilogr.}}{880 + t}.$$

Das specifische Gewicht der tropfbaren Flüssigkeiten hängt allein von ihrer Temperatur, das der luftförmigen Flüssigkeiten gleichzeitig von der Temperatur und von dem Drucke ab. Wenn die Temperatur einer luftförmigen Flüssigkeit unverändert bleibt, so ist das specifische Gewicht derselben dem Drucke proportional; wenn dagegen der Druck constant ist, so dehnen sich alle luftförmigen Flüssigkeiten gleichmässig aus, für 1° C. um 0,00375 des Volums bei 0°. Diese beiden Gesetze genügen, um das specifische Gewicht eines Gases bei irgend einer Temperatur und bei irgend einem Drucke zu finden, wenn dasselbe bei einem andern Drucke und bei 0° Temperatur bekannt ist. Das Gewicht von 1 C. M. trockener atmosphärischer Luft bei 0,76 M. Barometerdruck und bei 0° Temperatur beträgt 1,2987 Kilogr.; wenn q das Gewicht von 1 C. M. trockner atmosphärischer Luft bei t^0 Temperatur und h der Quecksilbersäulendruck in Kil. ist, so hat man $q = 1{,}2987 . \frac{h}{0{,}76} : 1 + 0{,}00375\, t = \frac{1{,}7088 . h \text{ Kilogr.}}{1 + 0{,}00355}$. Hiernach und nach den vorhergehenden Angaben des specifischen Gewichtes der verschiedenen Gasarten, findet sich das Gewicht von 1 C. M. derselben, so ist dasselbe für Kohlenwasserstoffgas im Minimo $0{,}555 . \frac{1{,}7088 . h \text{ Kil.}}{1 + 0{,}00375 . t}$.

Wenn tropfbare Flüssigkeiten von verschiedenem specifischen Gewicht in einem Gefässe enthalten sind, so vermischen sich dieselben im Allgemeinen nicht, sondern ordnen sich nach dem specifischen Gewichte übereinander; viele jedoch geben ein gleichförmiges Gemisch, ohne chemische Verbindung, wie, z. B., Wasser und Alkohol. Sind aber luftförmige Flüssigkeiten von verschiedenem specifischen Gewichte in einem Gefässe enthalten, oder selbst in mehren Gefässen, welche durch enge Oeffnungen miteinander in Verbindung stehen, so streben sie zwar anfänglich sich dem specif. Gewichte nach zu ordnen, aber nach einiger Zeit bilden sie, ohne Ausnahme, ein gleichförmiges Gemenge. Wenn man eine Flasche mit einem langen Halse mit kohlensaurem Gase anfüllt und ein anderes mit Wasserstoffgas darüber stürzt, so werden zwar diese Gase anfänglich ihre Stelle behaupten, aber nach einiger Zeit werden sie ein gleichförmiges Gemenge bilden, ungeachtet der grossen Verschiedenheit ihres specifischen Gewichtes: so bildet atmosphärische Luft und Wasserdampf ein gleichförmiges Gemenge, wenn sie zusammen in einem freien oder abgeschlossenen Raume vorhanden sind.

Das specifische Gewicht von einem Gasgemenge ist leicht zu bestimmen, wenn das specifische Gewicht der einzelnen Gasarten und das Volumverhältniss einer jeden derselben bekannt ist. Wenn, z. B., ein Gasgemenge aus 70% atmosphärischer Luft, 20% Stickstoff und 10% kohlensaurem Gas besteht, h der Druck desselben in der Höhe einer Quecksilbersäule von 0° Temperatur und t die Temperatur angiebt, so ist das specifische Gewicht des Gasgemenges die Summe der einzelnen specifischen Gewichte, von denen jedes mit dem resp. Volumverhältnisse multiplicirt worden ist, also in dem vorliegenden Beispiele $\left(\frac{70}{100} + 0{,}976 \times \frac{20}{100} + 1{,}524 \times \frac{10}{100}\right) \frac{1{,}7088\, h}{1 + 0{,}00375 t}$. Ein sol-

ches Gasgemenge verhält sich in Bezug auf seine **physischen** Eigenschaften sowie ein einfaches Gas von demselben specifischen Gewichte.

Wenn ein solches Gasgemenge in einem abgeschlossenen Raume sich befindet, und es wird das eine oder das andere Gas daraus absorbirt, so wird die Spannung des Gases in demselben Verhältnisse vermindert, in welchem dem Volum nach das absorbirte Gas darin vorhanden war. Wenn in dem angeführten Beispiele das Stickstoff- und kohlensaure Gas absorbirt wird, so bleibt die atmosphärische Luft mit einer Spannung von $\frac{70}{100}\, h$ in dem Raume zurück.

Es ergiebt sich daraus, dass die Spannung der atmosphärischen Luft, des Stickstoff- und kohlensauren Gases, wenn sie allein in dem Raume vorhanden sind, zusammengenommen der ganzen Spannung h des Gemenges gleich ist, woraus man den Schluss zieht, dass, wenn mehrere Gasarten gleiche Räume unter verschiedenem Drucke einnehmen und sie in einem Raume vereinigt werden, welcher dem einer jeden einzelnen gleich ist, die Spannung des Gemenges der Summe der einzelnen Spannungen gleich ist; oder, anders ausgedrückt, in einem Gasgemenge verhalten sich die Spannungen der einzelnen Gasarten, wenn sie allein denselben Raum wie das Gemenge einnehmen, wie ihre Volumina unter gleicher Spannung.

Das Gewicht von Wasserdampf, welches in einem leeren, oder von irgend einer Gasart eingenommenen Raume bestehen kann, hängt ganz allein von der Temperatur ab und erreicht eine Gränze, die nicht überschritten werden kann; ist diese erreicht, so sagt man, der Raum ist bei der bestehenden Temperatur mit Wasserdampf gesättigt. Für diesen Zustand ist das zwischen der Temperatur und der Spannung bestehende Verhältniss des Wasserdampfes durch Versuche bestimmt worden, und aus denselben hat **Tredgold** die ungefähr gleiche Resultate gebende Formel $\log. y = 6 \times \log. (t + 75) - 13{,}57652$ abgeleitet, in welcher y die Spannung der Wasserdämpfe ausgedrückt durch die Höhe einer Quecksilbersäule in Centimetern und t die Temperatur in Centesimal-Graden angiebt.

Hieraus lässt sich nun das specifische Gewicht der atmosphärischen Luft oder einer andern Gasart finden, welche mit Wasserdämpfen gesättigt ist. Der Wasserdampf und das Gas geben ein gleichförmiges Gemenge, und ihre Spannungen summiren sich. Wenn daher h die Spannung des mit Wasserdampf gesättigten Gases ist und t die Temperatur, so findet sich aus der angeführten Formel die Spannung des Wasserdampfes allein genommen; h' sey der für y gefundene Werth, so ist $h-h'$ die Spannung des Gases allein genommen und das Verhältniss der Volumina des Gases und des Wasserdampfes im Gemenge fast wie $\frac{h-h'}{h} : \frac{h'}{h}$; ist nun π das specifische Gewicht des Gases, so ist das für das mit Wasserdampf gesättigte Gas

$$\left(\frac{h'}{h} \times 0{,}624 + \frac{h'-h'}{h} \times \pi\right) \frac{1{,}7088\, h}{1 + 0{,}00375\, t}$$

Allgemeine Gesetze der Bewegung luftförmiger Flüssigkeiten. — Eine luftförmige Flüssigkeit, welche in einem Gefässe C, Fig. 2, Taf. 23, eingeschlossen ist, strömt aus einer Oeffnung a in der Wand desselben aus, wenn die Spannung derselben grösser ist, als diejenige der umgebenden Luft; diese dringt in das Gefäss C durch a hinein, wenn der umgekehrte Fall stattfindet.

Die Ausströmungsgeschwindigkeit hängt im ersten Falle von dem specifischen Gewichte und dem Unterschiede der innern und äussern Spannung ab; dieser muss durch ein Manometer gemessen werden, welches in derselben Horizotale, worin der Mittelpunct der Ausströmungsöffnung sich befindet, von dieser entfernt angebracht ist. Wenn h die Höhe der Flüssigkeit im Manometer, π das specifische Gewicht derselben, q das specifische Gewicht des eingeschlossenen Gases unter dem äussern Drucke, V die Ausströmungsgeschwindigkeit; g die Geschwindigkeit, welche ein freifallender Körper am Ende der ersten Secunde erreicht, (9,8088 M. für die Pariser Sternwarte) bezeichnet, so ist $V = \sqrt{2g \cdot \frac{\pi}{q} \cdot h} = 4{,}429 \sqrt{\frac{\pi \cdot h}{q}}$. V ist in Meter in der Secunde verstanden und bezieht sich auf das Gas unter der ausserhalb des Gefässes stattfindenden Pressung. Wenn nun A die Fläche der Ausströmungsöffnung im Q. M., Q die Ausströmungsmenge in 1 Secunde in Cubikmeter und bei der äussern Pressung bezeichnet, so ist $Q = 4{,}429\ A \sqrt{\frac{\pi}{q} \cdot h}$.

Diese Formeln setzen übrigens voraus, dass in dem Gefässe die Pressung während der Zeit der Ausströmung constant bleibt: das Gas, welches ausströmt, muss durch neues ersetzt werden, oder das Gefäss muss einen Fassungsraum besitzen, der als unendlich betrachtet werden kann. Die Vergleichung von Versuchen mit den Resultaten der letzten Formel zeigt, dass die Ausströmungsmenge von derselben zu gross angegeben werden, und dass die aus derselben abgeleiteten Werthe mit einem beständigen Coefficienten multiplicirt werden müssen, um Resultate zu erhalten, welche der Wirklichkeit entsprechen, und zwar mit 0,65, wenn die Ausströmungsöffnung sich in einer geraden und dünnen Wand befindet; mit 0,93, wenn die Ausströmung durch einen kurzen Cylinder oder abgestumpften Kegel stattfindet, welche an der Oeffnung angesetzt ist. Im ersten Falle ist $Q = 2{,}879\ A \sqrt{\frac{\pi}{q} h}$ und im zweiten: $Q = 4119\ A \cdot \sqrt{\frac{\pi}{q} \cdot h}$.

Der Ausdruck $\frac{\pi}{q} \cdot h$ giebt die Höhe einer Säule des im Gefässe enthaltenen Gases auf die aussen stattfindende Pressung reducirt an, von gleichförmiger Dichtigkeit, welche einen gleichen Druck ausübt, wie die im Manometer befindliche Flüssigkeit von der Höhe h. Die Ausströmungsgeschwindigkeit ist derjenigen gleich, welche ein frei von der Höhe $\frac{\pi}{q} \cdot h$ herabfallender Körper erlangen würde. Diese Höhe ist daher diejenige, welche die Ausströmungsgeschwindigkeit erzeugt, oder die bewegende Höhe.

Da die wirklichen Ausströmungsmengen geringer sind, als die theoretischen, so kann man sich vorstellen, dass auch die Ausströmungsgeschwindigkeiten in gleichem Verhältnisse vermindert werden, oder dass die stattfindenden Hindernisse einen Theil der Bewegungshöhe absorbiren. Wenn man die wirkliche Ausströmungsgeschwindigkeit V nennt und den Coefficienten, womit die theoretische Ausströmungsmenge multiplicirt werden muss, um die wirkliche zu erhalten, μ, so ist die Bewegungshöhe nicht mehr $\frac{V^2}{2g}$ sondern $\frac{V^2}{2\mu^2 g}$ woraus sich ergiebt, dass $\frac{2\mu^2 g}{V^2} = \frac{\pi}{q} \cdot h$ oder $V = \mu\sqrt{2g \cdot \frac{\mu}{q} \cdot h}$ eine Formel, die mit der eben angeführten Vorstellungsart übereinstimmt.

Wenn das Gas, welches in dem Gefässe enthalten ist, eine lange prismatische oder cylindrische horizontale Röhre durchlaufen muss, bevor dasselbe zur Ausströmungsöffnung gelangt, so vermindert das Hinderniss in dieser Röhre die bewegende Höhe, es findet eine verminderte Ausströmungsmenge statt. Nach Versuchen scheint dieser Widerstand dem Umfange der Wand der Röhre in einem, auf ihre Achse senkrechten Durchschnitte, der Dichtigkeit des Gases und dem Quadrate seiner Geschwindigkeit proportional zu seyn. Man nenne L die Länge der Röhre, welche das Gas durchläuft, V die Geschwindigkeit desselben, welche als constant angenommen wird; A die Fläche eines auf die Achse der Röhre senkrechten Querschnitts; P der Umfang dieses Querschnitts; β ein Zahlencoefficient, den die Erfahrung bestimmen muss: so ist der Theil der Bewegungshöhe, welcher bei'm Durchgange des Gases durch die Röhren zerstört wird $\frac{\beta}{g} \cdot \frac{P}{A} L \cdot V^2$. Nach den Versuchen, welche D'Aubuisson mit Röhren von Weissblech von verschiedener Länge und Weite angestellt hat, ist $\beta = 0{,}003$. Es wird dabei vorausgesetzt, dass die Beschaffenheit der inneren Röhrenwände von keinem Einflusse auf die Bewegung ist, was zwar für tropfbar flüssige Körper durch die Erfahrung bewiesen, für luftförmige aber zweifelhaft ist.

Wenn das Gas aus einer weiteren Röhre A (Fig. 3, Taf. 23) in eine engere B strömt, so wird dessen Geschwindigkeit vermehrt: es sey V die Geschwindigkeit in der weiteren; V' diejenige, in der engeren Röhre; sie werden sich ungefähr umgekehrt wie die Querschnittsflächen dieser Röhren A und B verhalten, wenn die Bewegung bereits eine Zeit stattgefunden hat und die Bewegungshöhe beständig ist. Die Pressung am Ende der weiteren Röhre muss diejenige am Anfange der engeren Röhre um eine bewegende Höhe von $\frac{V'^2 - V^2}{2g}$ übertreffen, wenn bei dem Uebergange aus der weiten Röhre in die engere kein Widerstand stattfindet; es findet aber ein solcher statt, der dem gleich ist, welcher bei der Ausströmung aus einem Gefässe durch einen kurzen cylindrischen Ansatz vorkommt; es ist daher anstatt des Ausdrucks $\frac{V'^2 - V^2}{2g}$; $\frac{V'^2 - V^2}{2\,\mu^2 g}$ zu setzen, wo $\mu = 0{,}93$ ist. Wenn sich in der Röhre A, Fig. 4, in welcher die Bewegung des Gases stattfindet, eine Scheidewand D mit einer engeren Oeffnung, als der Querschnitt der Röhre angebracht ist, so wird das Gas bei'm Durchgange durch diese engere Oeffnung eine grössere Geschwindigkeit, als in dem übrigen Röhrentheile annehmen müssen, und um diese hervorzubringen, ist eine bewegende Höhe $\frac{V'^2 - V^2}{2\,\mu^2 g}$ erforderlich, worin $\mu = 0{,}65$ ist.

Hiernach lässt sich die Ausströmungsmenge und die Geschwindigkeit eines Gases finden, das aus einem Gefässe bei beständiger Pressung und Temperatur durch mehrere Röhren von ungleichem Querschnitte und mit angebrachten Verengerungen ausströmt. Man nehme folgendes Beispiel; das Gefäss sey mit drei Röhren A, B, C verbunden, welche in einer horizontalen Ebene liegen; in der Röhre A befindet sich eine Scheidewand D mit einer kleinen Oeffnung, und die Röhre C endet mit einer conischen Düse; es sey nun h die Höhe der Flüssigkeit im Manometer, welche den Unterschied der Pressung in dem Gefässe und in der äussern Luft anzeigt; das Manometer ist in derselben horizontalen Ebene, wie das Röhrensystem und so entfernt von der Röhre A an-

gebracht, dass das Gas bei demselben keine bedeutende Geschwindigkeit besitzt; ferner π das Gewicht von 1 C. M. der Flüssigkeit im Manometer; q das Gewicht von 1 C. M. des Gases in dem Gefässe auf die äussere Pressung reducirt; A der Querschnitt der Röhre A; P der Umfang derselben; L die Länge dieser Röhre; $A' P' L'$ und $A'' P'' L''$ dieselben Grössen für die Röhre B und E; a die Fläche der Ausströmungsöffnung; $a,$ die Fläche der Oeffnung in der Scheidewand D; V die Ausströmungsgeschwindigkeit des Gases reducirt auf die äussere Pressung; Q die dazu gehörende Ausströmungsmenge; β der Widerstandscoefficient des Gases in den Röhren; μ der Reductionscoefficient der Ausströmungsmenge bei einem cylindrischen Ansatze; μ' derselbe bei der Scheidewand D.

Die bewegende Höhe ist wie vorher $\frac{\pi}{q}\ h$, und sie zerlegt sich folgender Gestalt.

Da die Ausströmungsgeschwindigkeit V ist, so ist die Geschwindigkeit in der Röhre $A\ V . \frac{a}{A}$, und diess ist auch die Geschwindigkeit, mit welcher das Gas aus dem Gefässe austritt, wodurch von der bewegenden Höhe der Theil $\frac{2\ \mu^2 g A^2}{V^2\ a^2}$ (1) absorbirt wird; die Bewegung des Gases in der Röhre A absorbirt ferner von dieser Höhe den Theil $\frac{\beta}{g}\ \frac{P}{A}\ L\ \frac{V^2 a^2}{A^2}$ (2). Die Geschwindigkeit, welche das Gas in der Oeffnung der Scheidewand D erlangt, ist, abgesehen von der, in dem Röhrensysteme veränderlichen Pressung $V\ \frac{a}{a_,}$; da nun die Geschwindigkeit in der Röhre $V \frac{a}{A}$ ist, so wird durch die Hervorbringung der grössern Geschwindigkeit in der Oeffnung a der Theil der bewegenden Höhe $\frac{V^2 a^2}{2\ \mu^2 g}\left(\frac{1}{a_,^2} - \frac{1}{A^2}\right)$ (3) absorbirt. Die Geschwindigkeit $V \frac{a}{A}$ verändert sich bei'm Eintritt in die Röhre B in die Geschwindigkeit $V \frac{a}{A'}$, zu deren Hervorbringung der Theil $\frac{V^2 a^2}{2\ \mu^2 g}\left(\frac{1}{A^2} - \frac{1}{A^2}\right)$ (4) der bewegenden Höhe absorbirt wird; die Bewegung in der Röhre B erfordert den Theil $\frac{\beta}{g}\ \frac{P'}{A'}\ L' . \frac{V^2 a^2}{A'^2}$ (5); ebenso erhält man für die Röhre E die Formeln $\frac{V^2 a^2}{2\ \mu^2 g}\left(\frac{1}{A''^2} - \frac{1}{A_,^2}\right)$ (6) und $\frac{\beta}{g}\ \frac{P''}{A''}\ L''\ \frac{V^2 a^2}{A''^2}$ (7) und endlich wird durch die in der Ausströmungsöffnung stattfindende Geschwindigkeit der Theil $\frac{V^2 a^2}{2\ \mu^2 g}\left(\frac{1}{a^2} - \frac{1}{A''^2}\right)$ (8) der bewegenden Höhe absorbirt. Die Summe der Werthe (1) bis (8) ist gleich der ganzen bewegenden Höhe also auch $= \frac{\pi}{q} . h$; aus allen diesen Werthen (1) bis (8) wird der Factor $\frac{V^2 a^2}{2g}$ herausgezogen und die Summe der übrigen Factoren $= D$ gesetzt, so ist $V = \frac{1}{u} \sqrt{2g\ \frac{\pi}{q} . \frac{h}{D}}$ und $Q = \sqrt{2g . \frac{\pi}{q} . \frac{h}{D}}$.

Diese Werthe sind nicht völlig genau, weil dabei voransgesetzt worden ist, dass das Gas in den Röhren von dem Gefässe an bis zur Ausströmungsöffnung eine gleiche Dichtigkeit besitzt, welche dem specif. Gewichte q entspricht, Man kann jedoch sehr wohl von diesen Formeln Gebrauch machen, wenn die Veränderungen der Pressung und also auch die Dichtigkeit des Gases von dem Gefässe bis zur Ausströmungsöffnung in sehr engen Gränzen eingeschlossen sind; dieser Fall findet aber statt, wenn der Unterschied der Pressung, den das Manometer misst, nur ein kleiner Theil von dem aussen stattfindenden Drucke ist. Wenn auch diese Formeln sehr zusammengesetzt zu seyn scheinen, so sind sie doch in der That sehr einfach, indem D aus einander ähnlichen Werthen zusammengesetzt ist, die das Hinderniss der bewegten Luft in den Röhren und die Kraft, welche zur Hervorbringung ihrer Geschwindigkeit nothwendig ist, bezeichnen. Der Uebergang der Luft aus einer engern Röhre in eine weitere ist ohne Einfluss auf die Zusammensetzung des Ausdruckes von D. Man sieht hieraus, dass man die Ausströmungsgeschwindigkeit und Menge so weit, als man will, vermindern kann, indem man die Luft durch eine Oeffnung in einer in die Röhrenverbindung eingesetzten Scheidewand strömen lässt; denn dieser Umstand bringt in dem Werthe D einen Ausdruck von der Form $\frac{1}{\mu^2}\left(\frac{1}{a^2} - \frac{1}{A^2}\right)$, in dem a die Fläche der Oeffnung in der Scheidewand bezeichnet, welcher Ausdruck um so grösser ist, als a kleiner ist, es kann daher durch Verminderung des Werthes von a der Werth von V und Q auf jede beliebige Grösse vermindert werden.

Gleichung für die Bewegung der Flüssigkeiten in Leitungen, deren Achse nicht in einer horizontalen Ebene liegt. — Es ist bisher vorausgesetzt worden, dass die Röhrenleitung, in welcher sich die Luft oder das Gas bewegt, in einer horizontalen Ebene liege, so dass die Wirkung der Schwere keinen Einfluss auf die Ausströmungsgeschwindigkeit und Menge besitzt. Wenn diese Bedingung aber nicht erfüllt ist, wenn die Ausströmungsöffnung höher oder tiefer liegt, als der Anfang der Röhrenleitung bei dem Gefässe, so reicht die Beobachtung des Manometers, welches in derselben horizontalen Ebene sich befindet, wie dieser Anfang der Röhrenleitung, nicht mehr aus, um die zur Bestimmung erforderlichen Data zu liefern, denn der äussere Druck auf das Manometer ist alsdann ein anderer, als derjenige, welcher auf der Ausströmungsöffnung lastet: In diesem Falle ist es nothwendig 1) den äusseren Luftdruck bei dem Manometer und 2) denselben an der Ausströmungsöffnung mit dem Barometer zu messen. Aus dem Manometerstande und der ersten Barometermessung ergiebt sich der in dem Gefässe stattfindende Druck; der Druck auf die Ausströmungsöffnung ist unmittelbar gemessen, und so ergiebt sich aus der Differenz beider der anstatt h in die Formel zu setzende Werth, soweit die bewegende Höhe von der Pressung des Gases und dem Gefässe abhängig ist; es tritt aber noch der Einfluss der Schwere positiv, im Falle die Ausströmungsöffnung tiefer, negativ, wenn sie höher liegt, hinzu. Nimmt man als Beispiel einen mit Kohlenwasserstoffgas gefüllten Gasometer an, der mit einer Röhrenleitung von 300 M. Länge und 0,30 M. Durchmesser und einer Ausströmungsöffnung von 0,10 M. Durchmesser verbunden ist, und dass diese Oeffnung 30 M. tiefer liegt, als der Anfangspunct der Röhrenleitung, so ist zur Bestimmung der Ausströmungsgeschwindigkeit und Menge erforderlich; 1) die Beobachtung des Manometers; der Ueberschuss der innern Pressung sey 0,01 M. Quecksilbersäule bei 0° Tem-

peratur; 2) die Temperatur des Gases sey 15° C.; 3) der Barometerstand vom Anfangspuncte der Röhrenleitung sey 0,74 M. bei 0° Temperatur; 4) derselbe an der Ausströmungsöffnung 0,7444, auf 0° Temperatur reducirt.

Es folgt hieraus, dass die Pressung im Gasometer 0,75 M. ist und die Differenz derselben und der Pressung an der Ausströmungsöffnung daher 0,0056 M.; diese Höhe muss mit dem Verhältnisse der specif. Gewichte des Kohlenwasserstoffgases bei 15° Temperatur und der Pressung von 0,7444 M. Quecksilbersäule und des Quecksilbers multiplicirt werden, um die bewegende Höhe, welche aus der Pressung hervorgeht, zu erhalten. Das Gewicht 1 C. M. Quecksilbers bei 0° Temperatur ist 13598 Kil.; das Gewicht 1 C. M. Kohlenwasserstoffgases bei 15° C. Temperatur und 0,7444 Meter Quecksilbersäulen Pressung: $0{,}555 \times \frac{1{,}7088 \times 0{,}7444}{1 + 0{,}00375 \times 15} = 0{,}6684$ Kil.; die bewegende Höhe ist daher $\frac{\pi}{q} \cdot h$ oder $\frac{13698}{0{,}6684} \cdot 0{,}0056$ M. $= 113{,}93$ M.; zu der nun noch die Niveaudifferenz des Anfangspunctes der Röhrenleitung und der Ausströmungsöffnung hinzugefügt werden muss, so dass die gesammte bewegende Höhe 163,93 M. ist. In diesem Beispiele ist D aus drei Gliedern zusammengesetzt, und zwar das erste, welches das Hinderniss der Bewegung des Gases in der Röhrenleitung bezeichnet $2\beta \frac{P \, . \, L}{A \, . \, A}$; wo $2\beta = 0{,}006$; $L = 300$ M. A die Fläche eines Kreises von 0,30 M. Durchmesser und P der Umfang dieses Kreises ist, also $A = 0{,}070686$ Quadratm. und $P = 0{,}9424$ M.; $\frac{P}{A} = 13{,}3333$, also der ganze Ausdruck 4803 ist. Das zweite Glied bestimmt sich durch die Geschwindigkeit, welche das Gas annehmen muss, indem dasselbe aus dem Gasometer in die Röhre übertritt; der allgemeine Ausdruck desselben ist $\frac{1}{\mu^2 A^2}$ worin $\mu = 0{,}93$ und $A = 0{,}070686$ Quadratm. und also der ganze Ausdruck 231,4 ist. Das dritte Glied bestimmt sich durch die Geschwindigkeit, welche das Gas in der Ausströmungsöffnung annehmen muss und den allgemeinen Ausdruck $\frac{1}{\mu^2}\left(\frac{1}{a^2} - \frac{1}{A^2}\right)$ annimmt; hier ist μ ebenfalls $= 0{,}93$; A wie vorher $= 0{,}070686$ Quadratm. und a ist die Fläche eines Kreises von 0,10 M. Durchmesser $= 0{,}007854$, daher der ganze Ausdruck $= 18512{,}6$ wird. D ist daher $= 4803 + 231{,}4 + 18512{,}6 = 23547$ und $Q = \sqrt{\frac{2g \times 163{,}93}{23547}} = 4{,}429 \sqrt{\frac{163{,}93}{23547}} = 0{,}3694$ C. M. und $V = \frac{Q}{a} = \frac{0{,}3694}{0{,}007854} = 47{,}03$ Meter.

Wenn dagegen die Ausströmungsöffnung 50 M. höher, als der Anfang der Röhrenleitung am Gasometer, liegt, sonst aber nichts an der Zusammensetzung verändert ist, so wird auch der Werth von D derselbe bleiben, aber die bewegende Höhe wird eine sehr verschiedene seyn. Denn die Quecksilbersäule an der Ausströmungsöffnung wird nun kleiner seyn, als an dem Anfangspuncte der Röhrenleitung und etwa 0,7356 M.; die Differenz der Pressung im Gasometer und an der Ausströmungsöffnung ist daher $0{,}75 - 0{,}7356 = 0{,}0144$ M. Der Ausdruck $\frac{\pi}{q} h$ wird daher $\frac{13598}{0{,}6684} \cdot 0{,}0144$ M. $= 296{,}45$

Meter, von welchem 50 M. abgezogen werden müssen, weil die Bewegung aufwärts, der Wirkung der Schwere entgegen, stattfindet, um die bewegende Höhe zu ermitteln, die daher 246,45 M. wird. Daraus folgt aber $Q = 4{,}429 \sqrt{\frac{246{,}45}{23547}} = 0{,}454$ C. M. und $V = \frac{Q}{a} = \frac{0{,}454}{0{,}007854} = 57{,}8$ M.

Es ist daher in diesem letzteren Falle die Ausströmungsmenge und Geschwindigkeit bedeutend grösser, als in dem ersteren, weil das specifische Gewicht des Kohlenwasserstoffgases viel geringer ist, als das der atmosphärischen Luft; ein umgekehrtes Resultat wird erhalten, wenn der Gasometer, mit einem Gase gefüllt, angenommen worden wäre, dessen specifisches Gewicht grösser, als das der atmosphärischen Luft, ist, wie etwa des kohlensauren Gases.

Dieses Beispiel zeigt, dass die Einwirkung der Schwere nicht vernachlässigt werden darf, wenn das specifische Gewicht des Gases, welches sich in einer Röhrenleitung bewegt, von dem der atmosphärischen Luft sehr verschieden ist. Dieser Umstand ist bei den Gasbeleuchtungsanstalten sehr bemerkbar, ungeachtet das specifische Gewicht des Leuchtgases sich weniger von dem der atmosphärischen Luft entfernt, als das specifische Gewicht des reinen Kohlenwasserstoffgases.

Annähernde Gleichung für die Bewegung einer Flüssigkeit in dem Falle, dass ihre Temperatur bei dem Durchgange durch die Leitung Veränderungen erleidet. — Ein Umstand muss bei der Bewegung der Gase noch berücksichtigt werden, welcher in den Veränderungen der Temperatur derselben liegt, die bei dem Durchgange durch ein Röhrensysem eintreten. Dieselben können oft ganz allein die Ursache der Bewegung seyn, sie sind von Einfluss auf die bewegende Höhe und auf die Widerstände. An das Reservoir R schliesst sich eine Röhrenleitung von A bis H (Taf. 23, Fig. 5) an, welche nicht in einer horizontalen Ebene liegt. In dem Reservoir ist eine constante Pressung und Temperatur. In der Leitung befinden sich mehrere Verengerungen d, d', d''. Es sey T_0 die Temperatur in dem Reservoir R; T, die Temperatur des Gases an der Ausströmungsöffnung H; t_1, t_2, t_3, t_4, t_5, t_6, die resp. Temperatur bei den Puncten B, C, D, E, F, G, der Röhrenleitung; ferner h_1, h_2, h_3, h_4 die senkrechten Höhen der Theile der Röhrenleitung AB, CD, EF, GH, welche durch die horizontalen Stücke BC, DE und FG miteinander verbunden sind; h'_0 die Quecksilbersäule auf 0° Temperatur reducirt, welche die Pressung des Gases im Reservoir R bei dem Anfangspuncte A der Röhrenleitung anzeigt; h_1' die Quecksilbersäule, welche den atmosphärischen Druck an der Ausströmungsöffnung H misst.

Der Theil der bewegenden Höhe, welcher aus dem Ueberschusse der Pressung in dem Reservoire R gegen die Atmosphäre hervorgeht $\left(\frac{\pi}{q} . h\right)$, bestimmt sich dadurch, dass $\pi = 13598$ Kilogr.; q das Gewicht eines C. M. des Gases bei der Pressung h_1' und der Temperatur $T_1 = q_1$ und $h = h_0' - h_1'$ wird. Die senkrechten Theile der Röhrenleitung liefern Glieder für den Ausdruck der bewegenden Höhe; positive, diejenigen, in denen das Gas fällt, negative diejenigen, in denen dasselbe steigt. Der Werth jedes Gliedes besteht aus dem Producte der Höhe mit dem Verhältnisse $\frac{1 + 0{,}00375\, T_1}{1 + 0{,}00375\, \vartheta}$; worin ϑ die mittlere Temperatur in dem entsprechenden Röhrentheile bezeichnet. Für

den Röhrentheil AB hat man daher $+ h_{\mathrm{I}} \times \dfrac{1 + 0{,}00375\, T_{\mathrm{I}}}{1 + 0{,}00375 \frac{T_0 + t_{\mathrm{I}}}{2}}$;

für den Theil CD: $- h_2 \times \dfrac{1 + 0{,}0375\, T_{\mathrm{I}}}{1 + 0{,}00375 \frac{t_2 + t_3}{2}}$;

für den Theil $EF + h_3 \times \dfrac{1 + 0{,}00375\, T_{\mathrm{I}}}{1 + 0{,}00375 \frac{t_4 + t_5}{2}}$;

endlich für den Theil $GH - h_4 \times \dfrac{1 + 0{,}00375\, T_{\mathrm{I}}}{1 + 0{,}00375 \frac{t_6 + T_{\mathrm{I}}}{2}}$. Wenn man daher die Summe dieser einzelnen Ausdrücke M nennt, so ist die ganze bewegende Höhe $\frac{13598}{q_{\mathrm{I}}} \cdot (h'_0 - h'_{\mathrm{I}}) + M$. Es wird dabei vorausgesetzt, dass sich die Temperatur in den senkrechten Theilen der Röhrenleitung gleichförmig ändert.

Der Ausdruck D bleibt aus Gliedern von derselben Form zusammengesetzt, wie bei einer constanten Temperatur, nur ergeben sich dabei folgende Modificationen.

1) Das Glied, welches den Widerstand bezeichnet, den das Gas erleidet, wenn es den Theil AB der Röhrenleitung durchläuft, besteht nur aus zwei Werthen $2\beta \frac{P}{A} \frac{L}{A^2} \times \frac{1 + 0{,}00375\, \vartheta}{1 + 0{,}00375\, T_{\mathrm{I}}}$; wo ϑ wieder die mittle Temperatur in dem Theile AB der Röhrenleitung bezeichnet; der zweite Werth ist

$$\frac{4{,}6}{A^2} \log. \frac{1 + 0{,}00375\, t_m}{1 + 0{,}00375\, t_{m-\mathrm{I}}} \times \frac{1 + 0{,}00375\, \vartheta}{1 + 0{,}00375\, T_{\mathrm{I}}};$$

worin t_m die Temperatur am Anfange des Theiles AB der Röhrenleitung und $t_{m-\mathrm{I}}$ dieselbe am Ende dieses Theils bezeichnet; das Glied für den Widerstand des Gases in den Theil AB ist daher $\left(2\beta \frac{P}{A} \cdot \frac{L}{A^2} + \frac{4{,}6}{A^2} \log. \frac{1 + 0{,}00375\, t_{\mathrm{I}}}{1 + 0{,}00375\, T_0}\right) \dfrac{1 + 0{,}00375 \frac{T_0 + t_{\mathrm{I}}}{2}}{1 + 0{,}00375\, T_{\mathrm{I}}}$.
Der zweite Theil dieses Gliedes ist positiv, wenn t_{I} grösser als T_0 ist oder, positiv, wenn die Temperatur zunimmt, negativ, wenn sie abnimmt. Wenn die Temperatur t_{I} und T_0 nur wenig voneinander verschieden sind, so wird der Quotient $\frac{1 + 0{,}00375 t_{\mathrm{I}}}{1 + 0{,}00375 T_0}$ sehr nahe 0 werden und wenn dagegen $\beta \frac{P}{A} \cdot L$ einen grossen Werth bezeichnet, so wird der zweite Theil dieses Ausdruckes in Bezug auf den ersten vernachlässigt werden können.

2) Das Glied, welches den Kraftaufwand bezeichnet, welcher zu Hervorbringung der Geschwindigkeit bei'm Eintritte in einen engeren Röhrentheil, oder bei'm Durchgange durch eine Verengerung erforderlich ist, besitzt dieselbe Form, wie bei der constanten Temperatur, nur muss es mit dem Ausdruck $\frac{1 + 0{,}00375\, \vartheta}{1 + 0{,}00375\, T_{\mathrm{I}}}$ multiplicirt werden,

$z \times \frac{1 + 0,00375\ t}{1 + 0,00375 T_0} + h_4 - h_3 + h_2 - h_1$; dieser Ausdruck ist positiv, weil $t > T_0$ ist. Die äussere Luft, welche bei H in die Grubenbaue eintritt, wird sich nach und nach erwärmen; nachdem sie bis G gekommen ist und den Weg h_4 zurückgelegt hat, hat sie eine höhere Temperatur als T_0 angenommen, aber niedriger, als die des Gesteins, sey diese Temperatur t' im Mittel von HG; entsprechen ferner die mittlen Lufttemperaturen der t'', t''', t'''' der Höhe h_3, h_2, h_1, und T_I sey die Temperatur bei A, so werden diese Temperaturen mehr und mehr wachsen und sich der Temperatur t immer mehr nähern, wenn keine andere Wärmequelle, als die Temperatur des Gesteins, vorhanden ist. Die bewegende Höhe ist in diesem Falle:

$$z \times \frac{1 + 0,00375\ T_I}{1 + 0,00375\ T_0} + h_4 \times \frac{1 + 0,00375\ T_I}{1 + 0,00375\ t'} - h_3 \times \frac{1 + 0,00375\ T_I}{1 + 0,00375\ t''}$$
$$+ h_2 \times \frac{1 + 0,00375\ T_I}{1 + 0,00375\ t'''} - h_I \times \frac{1 + 0,00375\ T_I}{1 + 0,00375\ t''''}.$$

Wenn die Geschwindigkeit der Luft gering und der unterirdische Weg derselben lang ist, so wird die Endtemperatur T_I sehr wenig von der Gesteinstemperatur t abweichen; die Temperaturen t', t'', t''', t'''' steigen, so dass t_I ziemlich gleich mit T_0 und t'''' ziemlich gleich mit t ist; alsdann wird die bewegende Höhe um so gröser seyn, je näher die Theile der Grubenbaue, in denen die Luft herabfällt, bei der Oeffnung H und diejenigen, in denen sie aufsteigt, näher bei A liegen. Der günstigste Fall ist daher der, in welchem die Luft in einem seigern Schacht bis in die grösste Teufe fällt, hier in horizontalen Strecken sich fortbewegt und dann wieder aus einem seigern Schachte erwärmt auszieht. Wenn in diesem Falle die Strecken lang sind, so dass die Luft bei dem Durchzuge beinahe die Temperatur t annimmt, so wird die bewegende Höhe um so grösser seyn, je schneller sich die Luft bewegt, weil sie alsdann mit einer niedern Temperatur die Sohle des Schachtes erreicht, in den sie einfällt. Die Bewegung der Luft würde im Gegentheil sehr gehemmt werden, wenn sie nahe bei dem einfallenden Schachte wieder aufwärts steigen müsste, ehe sie sich erwärmt hat, um alsdann in eine tiefere Sohle herabzufallen.

Wenn die beiden Oeffnungen gleich hoch liegen ($z = 0$ ist) so wird die bewegende Höhe anfänglich Null seyn, wenn die Grubenbaue gänzlich mit Luft von der Temperatur (t) des Gesteins erfüllt wären; es wäre kein Grund vorhanden, warum die Bewegung nach einer oder nach der andern Richtung stattfände.

Wenn aber die Bewegung durch irgend eine Veranlassung einmal entstanden ist, so wird sie immer nach dieser Richtung fortdauernd, ohne dass das Mittel, welches die Bewegung eingeleitet hat, anhaltend angewendet wird, denn der Schacht, in den die Luft einfällt, wird immer kältere, und der, aus welchem sie auszieht, wird immer wärmere Luft enthalten. Diese Bewegung wird aber nur anhaltend seyn, wenn die beiden Oeffnungen unmittelbar mit seigern oder geneigteren Grubenbauen in Verbindung stehen; sie kann in einer ganz söhligen Strecke (Stollen) nicht fortdauern, noch weniger, wenn sie durch die Grubenbaue gehen sollte, die über der Stollensohle liegen, wie Taf. 23, Fig. 6. Wenn dagegen die Grubenbaue unter der Stollensohle liegen (Fig. 7), so wird die Bewegung um so mehr anhalten, je näher der Schacht, worin die Luft bis zur tiefsten Sohle einfällt, dem Mundloche liegt, und derjenige, in welchem sie auszieht, davon entfernt ist.

Wenn aber die Temperatur T_0 der Atmosphäre höher ist, als die Temperatur des Gesteins in den Gruben, so wird das Gleichgewicht nur bestehen können, wenn die ganze Grube mit Luft von der Temperatur t erfüllt ist, und die beiden Oeffnungen A und H in einer und derselben Horizontalebene liegen ($z = 0$ ist). Wenn z nicht gleich Null ist, so muss nothwendig eine Bewegung in der entgegengesetzten Richtung, wie in dem vorigen Falle, eintreten; die äussere Luft wird in die höher gelegene Oeffnung eintreten und aus der tiefern ausströmen. Die bewegende Höhe ist anfänglich $h_1 - h_2 + h_3 - h_4 - z \frac{1 + 0{,}00375\, t}{1 + 0{,}00375\, T_1}$; ein Ausdruck, der positiv seyn muss, weil $h_1 - h_2 + h_3 - h_4\; z = 0$ und $t <$ als T_0 ist. Wenn aber die Bewegung in diesem Sinne eine Zeitlang stattgefunden hat, und die wärmere äussere Luft bei'm Durchgange durch die Grubenbaue nach und nach abgekühlt worden ist und t', t'', t''', t'''' die Mitteltemperaturen der Luft in den Theilen AB, CD, EF, GH der Leitung, T_1 die Endtemperatur am Ausgangspuncte H bezeichnet, so ist die bewegende Höhe:

$$h_1 \times \frac{1 + 0{,}00375\, T_1}{1 + 0{,}00375\, t'} - h_1 \times \frac{1 + 0{,}00375\, T_1}{1 + 0{,}00375\, t''} + h_2 \times \frac{1 + 0{,}00375\, T_1}{1 + 0{,}00375\, t'''}$$
$$- h_4 \times \frac{1 + 0{,}00375\, T_1}{1 + 0{,}00375\, t''''} - z \times \frac{1 + 0{,}00375\, T_1}{1 + 0{,}00375\, T_0}.$$

Die Temperaturen t', t'', t''', t'''' und T_1 nehmen ab und nähern sich der Temperatur t; sind die Grubenbaue ausgedehnt, so wird die Endtemperatur T_1, sowie die Temperatur t'''' beinahe gleich t. Die bewegende Höhe h wird daher in diesem Falle um so grösser seyn, als die Theile der Grubenbaue, in denen die Luft aufsteigt (CD) der Eintrittsöffnung näher liegen, diejenige, worin sie abfällt (wie EF), der Austrittsöffnung. Wenn die Grubenbaue aus einer langen ziemlich söhligen Strecke und zwei Schächten auf deren Endpuncte bestehen, so ist h_2 und $h_3 = 0$ und die bewegende Höhe wird:

$$h_1 \times \frac{1 + 0{,}00375\, t}{1 + 0{,}00375\, t'} - h_4 - z \times \frac{1 + 0{,}00375\, t}{1 + 0{,}00375\, T_0}.$$

Da nun $t_1 > t$, so ist diese bewegende Höhe kleiner, als diejenige, welche anfänglich den Impuls zur Bewegung gegeben hat, und zwar um so kleiner, als die Geschwindigkeit der Luft grösser wird.

Wenn nun $z = 0$ ist, die beiden Oeffnungen A und H sich in einer horizontalen Ebene befinden, so findet im Anfange Gleichgewicht statt; wird der Luft irgend eine Bewegung mitgetheilt, nach welcher Richtung es auch sey, so wird die Geschwindigkeit nach und nach abnehmen und die Bewegung wird wieder aufhören; denn die bewegende Höhe erhält bei der Fortdauer der Bewegung in gleichem Sinne einen negativen Werth, die Wirkungen der Schwere der Temperaturveränderung sind entgegengesetzt, verzögern die Bewegung und lassen sie aufhören. Die in den Schacht herabfallende Luft ist wärmer und also auch specif. leichter, als die in dem ausziehenden Schachte aufsteigende Luftsäule. Dieser Fall tritt jedoch nicht ein, wenn die Grubenbaue die Form, Taf. 23, Fig. 8, besitzen und aus zwei kurzen Stollen in gleicher Sohle und einer damit verbundenen höher liegenden Strecke bestehen; dann ist nämlich die in CD aufsteigende Luft wärmer, als die in EF herabfallende Luft, und die Bewegung wird daher fortdauern und um so mehr, je schneller die Bewegung, mithin auch die Temperaturdifferenz der steigenden und fallenden Luftsäule grösser wird.

Hieraus geht also in Bezug auf den natürlichen Wetterwechsel in Grubenbauen mit zwei Ausgangspuncten Folgendes hervor. Ein natürlicher Wetterwechsel findet dabei immer statt, wenn die beiden Ausgangspuncte ein verschiedenes Niveau besitzen und die Temperatur des Gesteins in der Grube und der Atmosphäre verschieden ist. Dieser letztere Umstand genügt in vielen Fällen allein, um einen Wetterwechsel hervorzubringen. Die Gesteinstemperatur ist constant, gleich oder höher, als die jährliche Mitteltemperatur der Luft.

a) Wenn die äussere Luft kälter ist, als das Gestein der Grube, wie immer im Winter: 1) so zieht die Luft in die tiefere Oeffnung ein und, nachdem sie sich in der Grube erwärmt hat, aus der obern aus. 2) Haben die beiden Oeffnungen ein gleiches Niveau, so genügt die geringste Kraft, um eine Bewegung der Luft nach einer oder der anderen Richtung hervorzubringen, und diese Bewegung dauert ununterbrochen fort, insofern der grösste Theil der Grubenbaue in einer tieferen Sohle, als die Oeffnungen, liegt. Locale Ursachen bestimmen gewöhnlich die Richtung des Luftstromes. 3) Die Lage der einzelnen Theile der Grubenbaue übt einen Einfluss auf die Stärke des Luftstromes aus; die vortheilhafteste Anordnung besteht darin, dass zwei Schächte durch eine lange söhlige Strecke miteinander verbunden sind; die unvortheilhafteste darin, dass die Luft nahe bei dem einfallenden Schachte wieder in die Höhe steigen muss, um dann wieder ein oder mehrere Male herabzufallen, bevor sie den ausziehenden Schacht erreicht. Befinden sich beide Oeffnungen in einem Niveau, so kann in diesem letztern Falle die Luftströmung unmöglich werden.

b) Wenn die äussere Luft wärmer, als das Gestein in der Grube ist, wie im Sommer: 1) so fällt die Luft in die höher gelegene Oeffnung ein und zieht, nachdem sie sich abgekühlt hat, aus der tiefer gelegenen Oeffnung aus. 2) Wenn die beiden Oeffnungen in demselben Niveau liegen, so stellt sich kein natürlicher Wetterwechsel ein, insofern nicht die Grubenbaue zum grössten Theile über der Sohle der beiden Oeffnungen liegen, wie in Figur 8 dargestellt ist. 3) Die Lage der einzelnen Grubenbaue ist am Unvortheilhaftesten, wenn auf die Endpuncte der in einer Sohle liegenden Baue Schächte eingeteuft sind; am Vortheilhaftesten, wenn die Luft, nachdem sie durch einen Theil der Grubenbaue gezogen ist, in die Höhe steigen kann und dann in beträchtlicher Entfernung herabfällt. Die senkrechten Theile wirken vortheilhaft ein, wenn die Luft zuerst aufwärts steigt und dann herabfällt. Die günstigen Verhältnisse der Grubenbaue sind gerade umgekehrt, wie in dem Falle, wo die äussere Luft kälter ist, als das Gestein in der Grube.

Wenn sich in einer Grube mit zwei Oeffnungen keine natürliche Luftströmung einstellt, so erneuert sich die Luft nur sehr langsam durch die allgemeine Eigenschaft der Gase, durch die Vermengung (Diffusion).

Die Temperaturveränderungen bringen dadurch einen fortdauernden Luftstrom in der Grube hervor, dass sie auch das specif. Gewicht der Luft verändern. Alle Umstände, welche gleichwie die Erhöhung oder die Ermässigung der Temperatur auf das specif. Gewicht der Luft einwirken, bringen auch ähnliche Wirkungen hervor. So die Entstehung oder Ausströmung besonderer Gasarten, welche sich dem Luftstrome in den Gruben beimengen. Die Veränderungen, welche aus dieser Ursache entstehen, können in gleichem Sinne oder in entgegengesetztem Sinne, wie die Temperaturveränderungen, wirken. Im erstern Falle befördern sie den Luftstrom, im letzteren verzögern sie denselben, heben ihn ganz auf oder geben ihm sogar eine entgegengesetzte Richtung. Die

Ausströmung von leichtern Gasen, als die atmosphärische Luft, denen auch der Wasserdampf zuzurechnen ist, womit sich die Luft gewöhnlich im Durchgange durch die Grubenbaue sättigt, von Kohlenwasserstoffgas, wirkt in demselben Sinne, wie die Temperaturerhöhung; die schweren Gase, wie das kohlensaure Gas, dagegen wirken wie eine durch die Wirkung des Gesteins hervorgebrachte Temperaturverminderung.

Mittel, einen beständigen Luftstrom (Wetterwechsel) in den Gruben hervorzubringen.

Um eine Grube mit reiner Luft zu versehen, muss ein beständiger Luftstrom mit hinreichender Geschwindigkeit durch alle Theile sich hindurch bewegen, um alle schädliche Gase fortzureissen, die sich fortdauernd darin entwickeln. Dieser Strom kann durch den alleinigen Einfluss der Differenzen in den specifischen Gewichten zwischen der atmosphärischen Luft und derjenigen, welche die Grubenbaue erfüllt, verbunden mit einer zweckmässigen Anordnung der Grubenbaue und der Oeffnungen derselben an der Tagesoberfläche, hervorgebracht werden; dann nennt man den Wetterwechsel natürlich; oder aber dieser Strom erfordert die Anwendung einer beständig wirkenden Kraft und ist dann ein künstlicher Wetterwechsel.

Die Grubenbaue müssen so angelegt werden, dass ein natürlicher Wetterwechsel entsteht, und dass, wenn eine bewegende Kraft angewendet werden muss, diese die Wirkungen der natürlichen Ursachen des Wetterwechsels unterstützt.

Natürlicher Wetterwechsel. Grubenbaue mit einer Tagesöffnung; Schächte und Stollen im Betriebe. — Bei diesen Grubenbauen reicht die immer stattfindende Vermengung der Gasarten selten hin, um die Wetter zu erfrischen; die Erneuerung der Luft ist lebhafter, wenn die Verschiedenheit der äussern und innern Luft die Vermengung unterstützt. So wird sich bei'm Schachtabteufen die Luft schneller im Winter, als im Sommer, erneuern; denn alsdann ist die Luft im Schachte leichter, als die äussere, weil sie wärmer und mit Wasserdampf gesättigt ist, sie steigt daher in die Höhe, wird durch äussere Luft ersetzt, welche sich erwärmt, mit Wasserdampf sättigt und dann ebenfalls aufsteigt. Entwickelt sich in dem Schachte Kohlenwasserstoffgas, so wird dadurch der Luftstrom befördert, denn die Luft im Innern wird dadurch leichter; die Entwickelung von kohlensaurem Gase bringt hingegen die entgegengesetzte Wirkung hervor und macht oft schon in sehr geringen Tiefen den natürlichen Wetterwechsel unzureichend. Während des Sommers hingegen ist die Luft im Schachte schwerer, als die äussere, die Vermengung derselben geht nur langsam von Statten, und gewöhnlich sind daher im Sommer die Wetter in Schachtabteufen schlecht, wenn sie nicht sehr grosse Dimensionen besitzen. Der Wetterwechsel in Schachtabteufen wird im Allgemeinen sehr durch die Wassertraufen befördert, weil sie die Luft mit sich fortreissen, einen einfallenden Luftstrom an den Stössen erzeugen, während ein aufsteigender in der Mitte, oder an dem entgegengesetzten trocknen Stosse sich bildet; und dann auch durch grosse Dimensionen, wobei sich die beiden entgegengesetzten Luftströmungen weniger stören.

Bei einem Uebersichbrechen oder in einer schwebenden Strecke sind die, den Wetterwechsel befördernden Umstände denjenigen gerade entgegengesetzt, welche bei'm Schachtabteufen stattfinden; die Wetter würden im Sommer besser seyn, als im Winter; kohlensaures Gas würde dasselbe wenig behindern, dagegen Kohlenwasserstoffgas demselben sehr nachtheilig seyn.

In einem (söhligen) Stollen von grossen Dimensionen stellen sich gewöhnlich zwei entgegengesetzte Strömungen ein, die eine auf der Sohle, die andere an der Firste. Im Winter ist der ausziehende Strom der obere und der einfallende der untere; im Sommer ist es umgekehrt, wenn nicht eine starke Entwickelung von Kohlenwasserstoffgas die Grubenluft ihrer niedrigen Temperatur ungeachtet leichter, als die äussere Luft macht. Diese Strömungen sind um so regelmässiger, je höher und breiter der Stollen ist.

Scheider in den Schächten oder auf den Strecken, zur Erleichterung des Wetterwechsels. — Wenn der Wetterwechsel in einem Stollen oder Schachte an und für sich nicht lebhaft genug ist, so genügt es, in der Regel, denselben durch eine Scheidewand von Bretern in zwei Theile abzusondern, welche mit Moos oder Thon verdichtet und dem Baue bis in die Nähe des Ortes oder der Sohle nachgeführt wird; der eine Theil, welcher zur Fahrung und Förderung dient, ist, in der Regel, grösser, als der andere. Dieser letztere kann mit einem Wetterthurme, welcher mehrere Meter hoch über das Mundloch oder die Hängebank aufgeführt wird, in Verbindung gesetzt werden. In einem Schachte ist diese Scheidewand seiger, in einem Stollen entweder seiger, oder söhlig; und zwar im letztern Falle so, dass sie als Tragewerk für die Fahrung und Förderung dient, oder auch in einiger Entfernung von der Firste, während die Förderung auf der Sohle geht. Besteht die Scheidewand in einem dichten Tragewerke, so wird der Fahrraum über demselben mit einem Wetterthurme in Verbindung gesetzt und das Stollenmundloch mit einer oder zwei Wetterthüren verschlossen; der Wetterthurm steht durch einen Schacht mit dem Stollen hinter den Wettenthüren in Verbindung. Diese werden nur geöffnet bei'm Durchfahren oder Fördern und sind so weit voneinander entfernt, damit ein Fördermann, oder ein Zug von Förderleuten dazwischen Raum findet; eine Thür daher eher geschlossen werden kann, bevor die andere geöffnet wird. Die Esse ist hinter den Thüren angebracht und steht mit der Strecke durch einen kleinen, nach seinem Streichen getriebenen Schachte in Verbindung. Fig. 9, Taf. 23, zeigt diese Einrichtung. *G* ist ein söhliger, an dem Abhange eines Gebirges *M N* angesetzter Stollen, *F* das Stollenort, *ABC* das horizontale Tretwerk, welches bis *C*, bis auf wenige Meter von dem Orte, geführt worden ist. p, p' sind zwei Thüren, welche fortwährend geschlossen gehalten werden müssen, und die nur für die fahrende Mannschaft und bei der Förderung geöffnet werden. Man bringt sie in gehöriger Entfernung voneinander an, damit ein Schlepper und sein Wagen, oder ein ganzer Wagenzug, je nach der Art und Weise der Förderung, in dem Zwischenraume zwischen beiden halten kann, so dass, wenn die eine Thür geöffnet wird, die andere schon geschlossen ist. *P* ist ein kleiner Schacht mit einer Wetteresse *K* darüber, welche letztere bei einem tiefern Schachte wegbleiben kann.

Ist der Stollen breit, so kann es oft zweckmässig seyn, die Scheidewand aufrecht zu stellen. In allen Fällen bildet eine solche Scheidewand einen Grubenbau mit zwei Oeffnungen, und der Wetterthurm hat den Zweck, die Oeffnungen in ein verschiedenes Niveau zu verlegen. Es wird in einem solchen Falle ein natürlicher Wetterwechsel nach der innern und äussern Temperatur in einer oder in der andern Richtung eintreten.

Wetterlutten. — Die Schächte und Stollen erhalten oft nur geringe Dimensionen, die eine Abtheilung muss hinreichenden Raum zur Fahrung und Förderung gewähren, und so bleibt für die andere nur wenig übrig. Für diese nur zur Leitung der

Wetter bestimmte Abtheilung wendet man daher auch wohl nur Wetterlutten an, welche aus vier zusammengenagelten oder gefügten Bretern bestehen, die mit Werg oder Thon verdichtet und mit ihren Enden ineinander gesteckt werden. In Fig. 10, Taf. 23 ist *A* ein Quer- und *B* ein Längendurchschnitt einer solchen Lutte. Sie werden in einer Ecke, oder an einem Stosse befestigt, und über Tage mit einem Wetterthurme verbunden; man begnügt sich auch wohl damit, die Lutten über die Oberfläche hinaus zu führen und ihnen dadurch eine höher liegende Oeffnung zu verschaffen. Ein gemauerter Wetterthurm wirkt besser, weil die Temperatur seiner innern Wände weniger von der äussern Lufttemperatur abhängig ist.

Die Wirksamkeit einer Wetterleitung oder von Wetterlutten hängt wesentlich von ihrem Querschnitte ab, und es ist nothwendig, denselben so gross, als möglich, zu machen. Die Formeln ergeben, dass, wenn sonst alle Umstände gleich sind, die Luftmenge, welche sich in einer Leitung bewegt, von ihrem Querschnitte abhängig ist. Wenn es daher der Wetterwechsel nothwendig macht, so müssen die Leitungen der Wetter ohne Rücksicht auf den Kostenpunct so gross, als irgend möglich, gemacht werden. Anstatt der hölzernen Wetterlutten, wendet man wohl Röhren von Eisenblech oder Zinkblech an; diesen giebt man aber, der Ersparung wegen, in der Regel, einen viel zu kleinen Durchmesser; die Röhren von Zinkblech sind den zufälligen Zerstörungen zu sehr unterworfen, um sie empfehlen zu können.

Die angeführten Mittel sind in diesen Fällen gewöhnlich zureichend, um während des Winters Wetterwechsel zu erzeugen, wenn die Baue nicht sehr lang sind und derselbe nicht durch besondere Gasentwickelungen gestört wird; sie sind aber unzureichend, wenn die äussere Temperatur der innern gleich wird, oder höher steigt, wenn dann der Wetterwechsel nicht durch Gasentwickelungen unterstützt wird, oder eine grosse Weite der Baue in beiden Abtheilungen demselben zu Hülfe kommt.

Windfänge. — Auf kurze Zeit kann man den Wind zur Herstellung des Wetterwechsels benutzen, indem die obere Oeffnung mit einem Windfang, ähnlich, wie auf den Dampfböten, versehen wird; doch ist dieses Mittel selten aushaltend und nur da anwendbar, wo die äussere Luft in die Wetterleitung einfällt. Wenn die Wetter aus der Leitung ausziehen, so schützt man dieselben gegen den Einfluss des Windes durch eine aufgesetzte Haube, was aber im Allgemeinen von geringer Wirkung ist.

Grubenbaue, welche mit der Tagesoberfläche durch zwei oder mehrere Oeffnungen in Verbindung stehen. — Wenn sich die Grubenbaue auf einem einfach zusammenhängenden Raume beschränken, welcher mit seinen beiden Endigungen mit der Tagesoberfläche in Verbindung steht, so bildet sich immer ein natürlicher Wetterwechsel, wenn die beiden Oeffnungen in einem verschiedenen Niveau liegen. Die Länge und die Dimensionen der Grubenbaue üben einen sehr grossen Einfluss auf die Stärke des Wetterwechsels aus, der übrigens nach den vorhergehenden Betrachtungen zu beurtheilen ist. Der Grubenbau bestehe in einer sehr langen Strecke, *G*, Fig. 11, Taf. 23, auf deren Endpuncte Schächte abgeteuft sind, deren Querschnitt ebenso gross oder grösser ist, als der der Strecke, die Temperatur-Unterschiede steigen nicht über 30 bis 40°, so sind die Glieder des Nenners von Q in der allgemeinen Formel sehr klein gegen dasjenige, welches durch die Reibung der Luft in der Strecke bedingt wird; dieser Nenner weicht daher sehr wenig von der Form

$\sqrt{2B\frac{P}{A}} \times \frac{L}{A^2}\frac{1 \times 0{,}00375\ t' \times t''}{1 \times 0{,}00375\ T_I\ \ 2}$ ab. Sobald die Temperaturen t', t'' und T_I beständig sind, ist Q in dem umgekehrten Verhältnisse von $\sqrt{\frac{P}{A}} \times \frac{L}{A_2}$. Wenn der Querschnitt der Schächte und Strecke ein Kreis von dem Halbmesser R wäre, so ist $A = \mu R_2$ und $P = 2\ \mu\ R$ also $\frac{P}{A} = \frac{2}{R^2}$; diesen letzteren Ausdruck kann man allgemein gebrauchen, wenn man unter R den mittleren Halbmesser des Streckenquerschnitts versteht; alsdann ist Q in dem umgekehrten Verhältnisse von $\sqrt{\frac{2}{R}} \times \frac{L}{A^2}$ oder Q ist in dem geraden Vehältnisse des Querschnitts der Strecke, der Quadratwurzel des mittlern Halbmessers der Strecke und in dem umgekehrten Verhältnisse der Streckenlänge. Bei ähnlichen Figuren verhalten sich die mittleren Halbmesser wie der Umfang, dieser wie die Quadratwurzeln des Flächeninhalts.

Hieraus lassen sich die nachstehenden Folgerungen ziehen:

1) In Strecken von gleichem Querschnitte und ungleicher Länge verhalten sich unter sonst ganz gleichen Umständen die Mengen und die Geschwindigkeiten des Luftstromes umgekehrt, wie die Quadratwurzeln der Länge, In einer Strecke, die 4 Mal länger ist, als eine andere, wird die durchströmende Luftmenge und ihre Geschwindigkeit die Hälfte dieser letzteren betragen.

2) In Strecken von gleicher Länge, aber von verschiedenem Querschnitte verhalten sich unter sonst gleichen Umständen, auch bei gleichen mittlen Halbmessern, die durchströmenden Luftmengen wie die Querschnitte; und die Geschwindigkeit der beiden Zuftströme ist daher gleich. Wenn daher zwei Schächte P, P, (Fig. 11, Taf. 23) durch eine sehr lange Strecke G verbunden sind und es entsteht ein natürlicher Wetterwechsel in denselben, es wird nun eine zweite Strecke G', Fig. 12, der ersten parallel, ebenfalls zur Verbindung derselben Schächte getrieben, welche genau dieselben Abmessungen, wie die erste, besitzt, so wird nun ziemlich die doppelte Luftmenge mit gleicher Geschwindigkeit hindurchströmen, als bei einer Strecke. Beide Strecken werden also hierdurch ebenso gut mit Wetter versehen werden, als eine. Diese Folgerung ist sehr wichtig; sie setzt übrigens voraus, dass die Tiefe der Schächte viel kleiner ist, als die Länge der sie verbindenden beiden Strecken, dass beide Schächte einen gleichen Querschnitt besitzen, der grösser ist, als die Querschnitte der beiden Strecken zusammengenommen; diese Fälle kommen aber bei sehr ausgedehnten Gruben oft vor.

3) In Strecken von gleicher Länge und von verschiedenen Querschnitten verhalten sich unter sonst gleichen Umständen die Luftmengen wie die Producte ihrer Flächen und der Quadratwurzeln aus den respectiven mittlen Halbmessern; sind die Querschnitte der Strecken ähnliche Figuren, wie die Producte ihrer Flächen und der Quadratwurzeln aus einer ihrer gleichnamigen Seiten. In diesem Falle wachsen daher die Luftmengen in einem grösseren Verhältnisse, als die Querschnittsflächen, und die Geschwindigkeiten nehmen in gleichem Sinne zu. Auch diese Folgerung ist an dieselben Bedingungen geknüpft, wie die vorhergehenden, sie ist nur anwendbar auf Strecken, die in Verhältniss zu den, auf ihre Endpuncte abgeteuften Schächten sehr lang sind, und kann nicht auf kurze Strecken angewendet werden, welche einen Theil von ausgedehnten Grubenbauen bilden.

Die Grubenbaue beschränken sich, in der Regel, nicht auf diese einfachen Fälle, sondern bestehen aus einer grossen Anzahl von Strecken, die in der Ebene einer bebaueten Lagerstätte, oder mehrerer, untereinander parallelen oder sich durchkreuzenden Lagerstätten sich befinden. In allen Fällen muss in den gangbaren Strecken Wetterwechsel stattfinden. Wenn die Strecken weit und nur von mittler Länge, wenn die beiden Ausgänge nicht sehr entfernt voneinander sind, keine besondere Entwickelung schädlicher Gase stattfindet, so genügt gewöhnlich der, sich von selbst einrichtende Wetterwechsel. In einer solchen Lage befinden sich die Steinsalzgruben von Lothringen und Cheshire, die Steinkohlengruben von Lothringen und Cheshire, die Steinkohlengruben im mittlen und südlichen Frankreich, welche frei von der Entwickelung von Kohlenwasserstoffgas und von kohlensaurem Gase sind. Die grosse Mächtigkeit der Lagerstätten bedingt weite Strecken, und die Schächte liegen nahe beisammen.

Thüren zur Verzögerung des Wetterwechsels auf gewissen Strekken. — Im Winter muss sogar bisweilen der Wetterwechsel gehemmt werden, weil er hinderlich wird, durch Wetterthüren, die nicht vollkommen schliessen. Man bildet auf diese Weise Verengerungen in der Wetterleitung, welche einen Theil der bewegenden Höhe vernichten; man vertheilt so auch die Wetter in alle Grubenbaue und vermindert die bewegte Luftmenge.

Wetteröfen. — Um den Wetterwechsel zu verstärken, welcher durch den natürlichen Unterschied der Gesteins- und Lufttemperatur hervorgebracht wird, genügt es den Niveau-Unterschied der einfallenden und ausziehenden Oeffnung zu vergrössern; gewöhnlich wird auf dem Schachte, dessen Hängebank am Höchsten liegt, ein Wetterthurm aufgeführt. Im Winter, wo die Wetter aus diesem Wetterthurme ausziehen, ist dieses Mittel bei Weitem wirksamer, als im Sommer, weil die Wetter in demselben ziemlich die höhere Temperatur beibehalten, welche sie in der Grube angenommen haben. Im Sommer nimmt nämlich der Wetterthurm die höhere Temperatur der einfallenden Luft an und wirkt dann wenig. Der Wetterthurm muss hinreichend weit seyn, damit die Reibung der Luft an seinen Wänden nicht nachtheilig auf die Bewegung einwirke.

Wenn die Grubenbaue mehr als zwei Oeffnungen besitzen, so wird der Wetterwechsel, in der Regel, um so leichter, je grösser die Anzahl dieser Tagesöffnungen ist; liegen sie nahe beisammen und sind die Strecken weit, so sind, in der Regel, künstliche Mittel überflüssig. Liegen die Schächte weit voneinander und sind die Strecken sehr lang, so lassen sich die Baue in verschiedene Gruppen vertheilen, deren jede ihren eignen Wetterwechsel besitzt, welcher von einem Schachte zum andern geht; auch können die Wetter, welche in mehrern Schächten einfallen, aus einen ausziehen und umgekehrt.

Die Temperatur der Luft auf ausgedehnten Strecken ist gewöhnlich höher, als die der Wände. — Der natürliche Wetterwechsel ist in Ländern des gemässigten und kalten Clima's (Mittel- und Nord-Europa) im Winter immer besser, als im Sommer; die Temperaturdifferenz zwischen der äussern Luft und dem Gesteine ist alsdann grösser, und ausserdem wird die Luft in den Gruben noch durch andere Ursachen erwärmt, welche daher im Winter den Wetterwechsel befördern, im Sommer aber schwächen. Die Luft in den Gruben ist, in der Regel, wärmer, als das Gestein: so war auf der Grube Nr. 6 Grand Hornu bei Mons die Temperatur der Wetter am 6. September 1837 19° C.; die Gesteinstemperatur in 222 M. Tiefe nur $16\frac{1}{2}$° C.

Die Temperatur der äussern Luft stieg während der Befahrung von $10\frac{1}{4}°$ C. bis 19° C.; am Anfange Octobers 1837 war die Temperatur der Wetter vor einem Abbauorte auf der Grube Esperance bei Seraing 21° C.; während die Gesteinstemperatur in 444 M. Tiefe nur 19° C. und die äussere Lufttemperatur 11° C. betrug. Diese höhere Lufttemperatur rührt von den Arbeiten, von Feuern, von chemischen Zersetzungen her; auch die Sättigung der Luft mit Wasserdampf in der Grube wirkt in gleichem Sinne mit der während des Winters höheren Grubentemperatur zur Verstärkung des Wetterwechsels.

Wäre die Gesteinstemperatur die einzige Ursache der Bestimmung der Richtung des Wetterzuges, so müsste diese im Sommer die entgegengesetzte von der im Winter seyn; diess findet aber nicht immer statt. Auf einigen Steinkohlengruben bei Lüttich, welche einen natürlichen Wetterwechsel besitzen, auf denen der bedeutende Niveau-Unterschied des einfallenden und ausziehenden Schachtes noch durch einen hohen Wetterthurm vermehrt worden ist, ändert sich die Richtung des Wetterzuges im Winter und Sommer nicht ab; die Entwickelung von Kohlenwasserstoffgas trägt wohl zu dieser von Herrn Vaux, Oberbergwerks-Ingenieur der Provinz Lüttich, beobachteten Erscheinung bei.

Der natürliche Wetterwechsel ist oft unregelmässig, weil die bedingenden Ursachen veränderlich sind; für weitläufige Gruben, auf denen die Schächte entfernt voneinander stehen, ist er gewöhnlich ungenügend, und man muss daher, um eine genügende Luftströmung hervorzubringen, folgende Mittel anwenden.

Künstlicher Wetterwechsel. Von den Vorrichtungen zur Herstellung eines genügenden Wetterwechsels in den Gruben, wenn der natürliche Wetterwechsel nicht ausreicht. — Wetteröfen. Die Temperaturveränderung, welche die Luft in den Grubenbauen erleidet, ist die bestimmende Ursache ihrer Strömung, welche sich von selbst herstellt. Um diese Strömung zu verstärken, würde es genügen, durch ein künstliches Mittel diese Temperaturveränderung zu erhöhen, indem man auf der Sohle des ausziehenden Schachtes einen Apparat anbringt, welcher die Temperatur der ausziehenden Luft in demselben Sinne, wie die des Gesteins der Grube, verändert. Es würde aber nicht allein Schwierigkeiten haben, die Luft, wenn es hiernach nothwendig wäre, zu erkälten, sondern es würde auch unmöglich seyn, den Zeitpunct zu bestimmen, wo die Luft hiernach erwärmt, oder erkältet werden sollte. Aber es giebt ein sehr einfaches und gewöhnlich auch wohlfeiles Mittel, die Temperatur des Luftstromes zu erhöhen, indem man denselben über ein unterhaltenes Feuer fortleitet, oder nur einen Theil desselben, der sich mit den entwickelten heissen Gasen wieder mit dem Hauptstrome verbindet. Die Wirkung eines solchen Ofens wird im Winter von allen Ursachen unterstützt, die im Winter den natürlichen Wetterzug hervorbringen; im Sommer wirkt demselben die Temperatur des Grubengesteins zwar entgegen, aber nur wenig, da die Temperaturdifferenz der äussern Luft und des Grubengesteins im Sommer immer kleiner ist, als im Winter und zwar um so kleiner, als die Gruben tief sind. Die Wetteröfen sind daher ein bequemes und allgemein verbreitetes Mittel, um in jeder Jahreszeit den Wetterwechsel zu befördern.

Wahl des Aufstellungspunctes für den Wetterofen. — Um einem Wetterofen die ganze Wirksamkeit zu geben, welche er äussern kann, muss er auf der Sohle des Schachtes gestellt werden, durch den die Luft auszieht, nachdem sie die gesammten Grubenbaue durchzogen hat. Die Anlage eines Wetterofens in den Gruben an einem von dem ausziehenden Schachte entfernteren Puncte würde den

zweifachen Nachtheil haben, diejenigen Strecken zwischen dem Wetterofen und dem Schachte für jeden andern Zweck unbrauchbar zu machen und die Reibungswiderstände der Luft zu vermehren, indem ihre Geschwindigkeit durch die Ausdehnung vermehrt, diese durch die höhere Temperatur bewirkt wird. Andererseits ist ein Wetterofen an einem, über der Schachtsohle gelegenen Puncte unwirksamer, als auf dieser Sohle, denn die Temperatur vermehrt die bewegende Höhe im Verhältniss der senkrechten Höhe der erwärmten Luftsäule zwischen dem Ofen und der Ausströmungsöffnung. In dieser Beziehung ist daher die Anlage von Wetteröfen in geringen Tiefen unter der Oberfläche sehr fehlerhaft, oder von Feuerkörben, die in wenig tiefe Schächte eingehängt werden, selbst wenn diese mit einem Wetterthurme versehen sind.

Die Wetteröfen müssen in die tiefste Sohle verlegt werden, d. h., auf die Sohle des ausziehenden Schachtes; je tiefer derselbe ist, um so wirksamer ist eine gleiche Erhöhung der Lufttemperatur. So sind die Wetteröfen in den tiefen Steinkohlengruben von Nordengland und des Norddepartement in Frankreich eingerichtet.

Anordnung der Wetteröfen und der ausziehenden Schächte. — Der Wetterofen wird in einer Strecke, *G*, Fig. 14, Taf. 23, angelegt, ganz nahe bei dem Schachte *P*, durch welche die gesammten Wetter ausziehen; derselbe besteht alsdann nur aus einem offenen Roste, der so hoch über der Streckensohle *G* liegt, um die Asche ausziehen zu können, und der mit einer Hinterwand versehen ist, um das Brennmaterial darauf zu erhalten, damit es nicht herabfalle. Das Brennmaterial wird bei *a* an der Vorderseite des Rostes aufgegeben. Ein niedriger Rost *b c*, der nach Hinten zu geneigt ist, so dass er einen stumpfen Winkel mit dem ersteren bildet, hat den Zweck, das Brennmaterial aufzuhalten, damit es nicht nach Hinten falle. Ein solcher Rost muss die Strecke so wenig, als möglich, versperren, und es ist gut, dieselbe an diesem Puncte so zu erweitern, dass über dem Roste der Querschnitt so gross ist, als in der ganzen Strecke *G* vor dem Roste.

Dieser Wetterofen wird auf Kohlengruben am Besten in eine Strecke verlegt, die im Quergesteine steht, und wenn dieselbe auch besonders zu diesem Zwecke getrieben werden muss, und mit gutem Mauerwerk umgeben. Die Luft, welche zu dem Ofen gelangt, zieht durch denselben hindurch, wird mit den Verbrennungsproducten gemengt, erlangt dadurch eine höhere Temperatur, erreicht mit dieser den Schacht, aus dem sie zu Tage auszieht.

Diese Einrichtung ist zwar die einfachste, aber sie bietet eine Unbequemlichkeit dar, so dass man sie selten anwendet. Der Ofen unterbricht nämlich die Verbindung der Strecke und des Schachtes gänzlich, so dass dieser letztere weder zur Förderung noch zur Fahrung benutzt werden kann; die Wasserhaltung in den ausziehenden Schacht zu verlegen, ist schon desshalb unangemessen, weil dadurch der ausziehende Strom abgekühlt und auch durch die Traufen zurückgedrängt wird, andererseits aber auch die Wartung der Pumpen durch den Rauch und die hohe Temperatur der ausziehenden Luft behindert werden würde. Dient aber der Schacht ganz allein zum Ausziehen der Wetter, so kann diese Einrichtung angewendet und die Wirkung des Ofens noch dadurch verstärkt werden, dass der Schacht mit einem Wetterthurme versehen wird, um die erwärmten Luftstände zu verlängern. Dieser Wetterthurm muss aber einen grossen Querschnitt erhalten, damit die auf die Hervorbringung der Geschwindigkeit zu verwendende Kraft den Zug nicht vermindere.

Wetterofen in einer Nebenstrecke. — Gewöhnlich wird der Wetterofen in einer Nebenstrecke angebracht, welche zu keinem andern Zwecke gebraucht wird. Fig. 13 stellt diese Einrichtung vor. Die Hauptstrecke bleibt ganz frei. *E* ist die Strecke, in welcher der Wetterofen *F* angebracht worden ist. Mit der Strecke *G* steht sie durch ein Uebersichbrechen *hh* in Verbindung. Es ist diess eine schwebende Strecke, welche, von dem Orte *E* ausgehend, mit den Schachte *P* in irgend einer Höhe über der Sohle durchschlägig wird. In den Nebenstrecken *h, h* befinden sich zwei Wetterthüren *p, p,* welche nicht vollkommen schliessen, oder in denen Schlitze eingeschnitten sind, um einen Theil der Luft dem Ofen zur Unterhaltung des Feuers zuzuführen. Der grösste Theil der Luft strömmt aber durch die Hauptstrecke *G* nach dem Schachte und verbindet sich in demselben mit der heissen Luft der gasförmigen Verbrennungsproducte, welche durch das stark ansteigende Uebersichbrechen *C* in den Schacht treten und erhält dadurch eine höhere Temperatur gerade ebenso, als wenn die ganze Luftmenge mit dem Ofen in Berührung gewesen wäre. In dem einen, wie in dem andern Falle ist die Temperaturerhöhung der Luft proportional der im Wetterofen erzeugten Wärmemenge und also auch den Mengen des verwendeten Brennmaterials, und umgekehrt proportional der Luftmenge.

Bei dieser Einrichtung kann die Hauptstrecke *G* und der Schacht *P* zur Förderung und Fahrung benutzt werden; das Feuer kann dem Bedürfnisse nach geregelt werden, indem man dem Ofen mehr oder weniger Luft zuführt; und bei Gruben, in denen Kohlenwasserstoffgas entwickelt wird, ist sie von der grössten Wichtigkeit. Bei diesen kann der Fall eintreten, dass der Luftstrom, welcher die Grubenbaue durchzogen hat, ein explodirendes Gasgemenge bildet, und es würde höchst gefährlich seyn, diese Luft dem Wetterofen zuzuführen, weil dadurch Explosionen entstehen könnten. Unter diesen Umständen kann dennoch die Einrichtung eines Wetterofens in einer Nebenstrecke ganz sicher gestellt werden, indem demselben alsdann Luft zugeführt werden kann, welche kein Kohlenwasserstoffgas enthält und der Verbindung zwischen dem Schachte eine solche Länge gegeben wird, dass kein Funken in den explosiven Hauptstrom gelangen kann. Eine Länge von 15 bis 20 M. genügt hierzu, wenn in dem Wetterofen Steinkohlen gebrannt werden. Diese Einrichtung besitzen die Wetteröfen in Nordengland und in Nordfrankreich auf den Gruben, welche an schlagenden Wettern leiden.

Auf den Gruben in Northumberland und Durham wird der einfallende Wetterzug auf der Schachtsohle getheilt, und jeder Theil durchläuft ganz abgesondert eine Abtheilung des Grubengebäudes, indem diese Abtheilungen durch Kohlenpfeiler, Mauern und doppelte, dicht schliessende Wetterthüren voneinander ganz getrennt gehalten werden. Die Entwickelung schlagender Wetter ist in diesen einzelnen Abtheilungen nicht gleich stark: es werden aus der einen Abtheilung Wetter zu dem Ofen geführt, welche keine Gefahr bringen, während die Luft aus den übrigen Abtheilungen unmittelbar dem ausziehenden Schacht zugeführt wird, in höherer oder tieferer Sohle, als die Mündung der Verbindung mit dem Wetterofen. Diese Einrichtung ist zuerst durch Herrn Buddle in England eingeführt worden.

Auf den Gruben zu Anzin führt man den Oefen niemals Luft zu, welche solche Baue durchzogen hat, in denen sich schlagende Wetter entwickeln; gewöhnlich lässt man diese Luft durch besondere Fahrschächte einfallen, so dass sie also ganz frisch zu dem Ofen gelangen; ihre Menge wird durch Wetterthüren bestimmt, welche mit klei-

nen Oeffnungen versehen sind. In den oberen wasserreichen Gebirgslagen bildet der Fahrschacht nur eine Abtheilung des Hauptschachtes, im Kohlengebirge ist er ganz davon getrennt. Nur wenn Theile der Grubenbaue ganz frei von schlagenden Wettern sind, führt man die Luft, welche durch sie hindurchgeströmt ist, dem Wetterofen zu. Auf diese Weise führt die Anlage von Wetteröfen in Gruben mit schlagenden Wettern keine Gefahr der Entzündung derselben herbei, sobald die Wetterthüren gehörig geschlossen sind und darauf gesehen wird, dass diess mit der grössten Pünctlichkeit geschehe.

Von der Temperatur des von einem Wetterofen erhitzten Luftstromes. — Wenn der Wetterofen sich auf der Sohle eines tiefen Schachtes von 3 bis 4 M. Durchmesser befindet, die erwärmte Luftsäule eine sehr bedeutende Höhe besitzt und eine grosse Luftmenge aufsteigen kann, ohne eine grössere Geschwindigkei, als 1 bis 1,5 M. in der Secunde, anzunehmen, die Dimensionen der Strecken nicht zu gering und ihre Länge nicht zu bedeutend ist, so reicht es im Allgemeinen hin, dass der Wetterofen den aufsteigenden Luftstrom um 10 bis 20° C. erwärmt, so dass die aufsteigende Luft 40° nicht übersteigt. Diess ist ungefähr die höchste Temperatur, welche die ausziehenden Wetter auf den grossen Steinkohlengruben in Nordengland und Nordfrankreich annehmen. In diesen Fällen kann man die Wetter aus den Förderschächten ausziehen lassen und die Arbeiter können in denselben selbst noch auf dem Seile fahren, ohne von der Wärme und dem Rauche belästigt zu werden.

Wenn aber die Luftströmung, welche durch eine solche Temperatursteigerung hervorgebracht wird, unzureichend ist, so kann dieselbe durch eine stärkere Befeuerung des Wetterofens, oder durch Erhöhung der warmen Luftsäule vermittelst eines Wetterthurmes vermehrt werden. Die Wirksamkeit dieser beiden Mittel wird durch folgende Betrachtungen nachgewiesen.

1) Die Gesetze der Bewegung der Luft zeigen, dass eine Temperaturerhöhung der aufsteigenden Luftsäule über eine ziemlich niedrige Gränze hinaus die in dem Grubenbaue sich bewegende Luftmenge sehr wenig vermehrt und doch sehr eine beträchtliche Menge von Brennmaterial für den Wetterofen mehr verlangt. Aus den oben entwickelten Formeln ergiebt sich, dass die ausströmenden Luftmengen bei verschiedenen Temperaturen der aufsteigenden Luftsäule sich unter sonst gleichen Umständen verhalten, wie die Werthe von $\sqrt{\frac{T-t}{1 \times 0{,}00375\ T}}$; worin T die Temperatur der durch den Wetterofen erwärmten Luft, t die Temperatur der atmosphärischen Luft bezeichnet. Ist nun $t = 10°$ C., so werden die ausströmenden Luftmengen für $T = 30, 40, 50, 60$ und 100° C. sich verhalten, wie 43, 51, 58, 64, 79.

2) Das hierzu für den Wetterofen erforderliche Brennmaterial verhält sich wie die Producte der erwärmten Luftmengen und der Temperaturerhöhung. Wenn nun die Temperatur der Luft bei'm Durchgange durch die Grubenbaue bis zu dem Wetterofen in allen Fällen bis auf 20° C. gestiegen ist, so dass also in dem vorher angeführten Falle die durch den Wetterofen hervorgebrachte Temperaturerhöhung 10, 20, 30, 40, 80° C. beträgt, so verhalten sich die dazu erforderlichen Mengen von Brennmaterial wie 43, 102, 174, 256, 632. Man ersieht hieraus, dass die Luftströmung (die Menge der ausströmenden Luft) sehr langsam und um so langsamer zunimmt, je höher die Temperatur der aufsteigenden Luftsäule bereits ist, während die Brennmaterialmengen sehr rasch

und um so schneller steigen, je höher bereits die Temperatur ist. Wenn die Lufttemperatur durch den Wetterofen von 30 bis 100° C. erhöhet wird, so steigt die bewegte Luftmenge von 43 auf 79, also noch nicht von 1 bis 2, während das erforderliche Brennmaterial von 43 bis 632 oder von 1 bis 15 steigt.

Es folgt daraus 1) dass die Wetteröfen in öconomischer Beziehung um so unvortheilhafter sind, je höher die Temperatur ist, welche dem aufsteigenden Luftstrome ertheilt werden muss, um einen genügenden Wetterwechsel in den Grubenbauen zu erhalten; 2) dass, um die Luftströmung bemerkbar zu erhöhen, die Temperatur sehr bedeutend gesteigert werden muss, und dass jede Temperaturerhöhung über eine ziemlich niedrige Gränze hinaus nur einen unbedeutenden Einfluss auf die Beförderung des Wetterwechsels ausübt. Es ist überdiess klar, dass bei hohen Temperaturen vielmehr Veranlassung zu Wärmeverlusten vorhanden ist, und dass daher in der That die Anwendung derselben noch ökonomisch unvortheilhafter ausfallen muss, als nach der vorhergehenden Aufstellung. Auch ist der Umstand zu bemerken, dass, wenn die ausziehenden Wetter über 40 bis 50° B. erwärmt werden, der Schacht, dem sie zugeleitet werden, nicht mehr zur Förderung benutzt werden kann. Schliesslich folgt also hieraus, dass, wenn eine Temperatur von 40—50° C. der ausziehenden Wetter nicht mehr genügt, um einen hinreichenden Zug hervorzubringen, eine Erhöhung derselben durch stärkere Befeuerung des Wetterofens keine angemessene und wirksame Aushülfe gewährt.

Einfluss der Teufe des ausziehenden Schachtes. — Wenn die Teufe des ausziehenden Schachtes vermehrt wird, die Dimensionen desselben so gross sind, dass die Reibungswiderstände der Luft an den Stössen in Bezug auf die übrigen Reibungswiderstände in den Grubenbauen übersehen werden können, und alle sonstigen Umstände, welche von Einfluss auf den Wetterwechsel sind, unverändert bleiben, so folgt aus den oben entwickelten Formeln, dass die bewegten Luftmengen in keinem stärkeren Verhältnisse wachsen können, als die Quadratwurzeln aus den Teufen der ausziehenden Schächte.

Wenn daher der Wetterofen auf der Sohle eines 200 M. tiefen Schachtes sich befindet, und auf demselben wird ein Wetterthurm von genügendem Querschnitte von 10, 20, 30, 40, 50 M. Höhe errichtet, so verhalten sich die bewegten Luftmengen wie 141, 148, 152, 155, 158; ein Wetterthurm von 50 M. ist schon sehr hoch und dennoch wird bei 200 M. Schachtteufe dadurch die bewegte Luftmenge nur um 78 vermehrt; bei Schachtteufen von 300 oder 400 M. ist die dadurch bewirkte Vermehrung noch unbedeutender, $\frac{1}{10}$ oder $\frac{1}{16}$ der ursprünglich bewegten Luftmenge. Diess findet jedoch überhaupt nur statt, wenn der innere Querschnitt des Wetterthurms der Schachtscheibe an Fläche gleich ist, oder mindestens dem Querschnitte der Strecken; ist derselbe aber kleiner, etwa von den Dimensionen einer Dampfmaschinenesse, so kann sehr wohl der Fall eintreten, dass ein solcher Wetterthurm den Wetterzug schwächt, anstatt denselben zu befördern. Ausserdem macht es aber ein Wetterthurm unmöglich, den Schacht zur Förderung zu benutzen. Im Allgemeinen ist daher ein Wetterthurm auf dem ausziehenden Schachte von geringer Wirkung, wenn die Höhe des Thurmes nicht mindestens ein Viertel der Schachtteufe beträgt; wodurch die bewegte Luftmenge noch nicht um $\frac{1}{8}$ zunimmt; ausserdem ist noch die Weite des Schachtes von grossem Einflusse. Da nun aber sehr weite Wetterthürme von 30 M. Höhe sehr kostbar werden, so wird man von diesem Mittel nur in seltenen Fällen Gebrauch machen können, wenn man es nicht mit ausziehenden Schächten zu thun hat, die weniger als 200 M. Teufe besitzen.

Fehlerhafte Anlage der Wetteröfen. Zu enge Abtheilungen. — Auf Gruben, die nur einen einzigen Schacht besitzen, sind bisweilen die Wetteröfen sehr fehlerhaft angelegt; durch einen Scheider von Bretern oder Ziegeln wird ein kleiner Theil des Schachtes abgetheilt, welcher zum Ausziehen der Wetter dienen soll, oder man wendet gar Lutten von noch viel kleinerem Querschnitte an, welche die Wetter von dem Wetterofen ableiten sollen. Der Weg, den die Wetter in den Grubenbauen zurücklegen müssen, ist alsdann sehr gross, da sie durch die Hauptabtheilung des Schachtes einfallen und zu demselben Puncte zurückkehren müssen, um durch die kleinere Abtheilung auszuziehen. Bei einer solchen Einrichtung sucht man nun durch starke Befeuerung des Wetterofens den Wetterzug zu befördern, der jedoch ungenügend wird, sobald die Grubenbaue einige Ausdehnung besitzen oder sich schädliche Gasarten entwickeln. Höchst gefährlich ist aber die Einrichtung einer so unvollkommenen Einrichtung für den Wetterwechsel, wenn man mit schlagenden Wettern zu thun hat. Ereignet sich irgendwo in der Grube eine Explosion, die auch selbst bei der grössten Vorsicht sich nicht immer vermeiden lässt, so treiben die, von der Explosion gebildeten oder ausgedehnten Gasarten den Luftstrom nach der Richtung hin, wo er den geringsten Widerstand findet, also in diesem Falle nach dem einfallenden Schachte; die Folge davon ist, dass sich bald die ganze Grube mit uneinathmenbaren Gasen erfüllt, dass man gar nicht in die Baue eindringen kann, und dass sämmtliche Arbeiter ersticken.

Schlechte Einrichtung der Wetteröfen im Hennegau. — Eine ebenso fehlerhafte Einrichtung besteht darin, dass der Wetterofen in einem besondern Schachte in geringer Tiefe angelegt wird, welcher mit einem Wetterthurme von 40 bis 50 M. Höhe versehen wird. Dieser Schacht steht alsdann mit andern in Verbindung, welche zur Fahrung dienen. Die Wetter fallen in dem grossen Förderschachte ein, durchziehen alle Grubenbaue und ziehen dann durch die Fahrschächte von kleinen Dimensionen zu dem Wetterofen und so durch den Wetterthurm aus. Diese Einrichtung findet sich auf vielen Gruben in der Gegend von Mons im Hennegau, und obgleich die Temperatur der Luft oft weit über 100° C. gebracht wird, so ist dennoch der Wetterwechsel sehr ungenügend.

Das Brennmaterial, welches ein Wetterofen verzehrt, ist ungefähr proportional dem Producte der erwärmten Luftmenge und der Temperaturerhöhung, welche diese Luftmenge durch den Wetterofen erhält. Aus dem Obigen ergiebt sich, dass ein gleicher Temperaturunterschied in zwei sehr langen mit den Schächten P (Fig. 11 und 12, Taf. 23) gleichmässig verbundenen Strecken Luftströme von gleicher Geschwindigkeit hervorbringt; wird dieser Temperaturunterschied durch einen Wetterofen hervorgebracht, so ist offenbar doppelt so viel Brennmaterial erforderlich, um eine gleiche Luftströmung in beiden Strecken G, G', als in einer G, hervorzubringen. Die Wetteröfen werden gewöhnlich auf Steinkohlengruben gebraucht, wo sie einfach und leicht einzurichten und, wenn die Einrichtung zweckmässig ist, wohlfeil zu unterhalten sind. Der tägliche Steinkohlenverbrauch verursacht nur eine geringe Ausgabe; der ausziehende Schacht kann zur Förderung benutzt werden, wenn die Temperatur der ausziehenden Wetter 40 bis 50° C. nicht übersteigt. Wenn aber irgend Umstände eintreten, welche es nothwendig machen, den Wettern eine sehr hohe Temperatur zu ertheilen, um einen genügenden Zug zu bewirken, so sind die Wetteröfen in ökonomischer Beziehung unvortheilhaft, und es sind alsdann Wetterbläser oder Sauger vorzuziehen.

Einige Beobachtungen über die Luftmengen, welche durch Wetteröfen in Bewegung gesetzt werden, und der Kohlenverbrauch derselben zeigen am Besten, auf welche Weise dieselben benutzt werden.

Der Schacht Vedette zu Anzin dient zur Wasserhaltung mittelst Tonnen; zwei Wetterzüge von den Schächten Pauline und Sentinelle ziehen aus demselben aus, durch die Beischächte (*goyau* und *beurtias*) fallen die Wetter ein. Der Wetterofen liegt seitwärts in 141 M. Teufe, und 21 M. über dem Ofen mündet die Esse in den Hauptschacht. Der Kohlenverbrauch beträgt etwa 500 Kil. in 24 Stunden.

Die Wetter fallen in den Schacht Pauline 152 M. tief ein, ziehen durch eine Förderstrecke von 362 M. Länge bei den Strebstössen vorbei, durch eine Wetterstrecke bis in die Nähe der Pauline zurück und dann durch eine krüppelhafte Strecke von 280 M. Länge nach dem Schachte Vedette. Die Länge dieses Wetterzuges beträgt von der Hängebank der Pauline bis zu der Sohle des Schachtes Vedette zusammen 1,288 M. Das Abbaufeld, welches derselbe versorgt, ist 362 M. lang und 92 M. breit (33305 Qdrtm.). Das Luftquantum beträgt 1,15 Cbkm. in der Secunde.

Die Wetter fallen in den 135 M. tiefen Schacht Sentinelle ein, ziehen durch eine 573 M. lange Strecke von 1 M. Höhe und 0,8 M. Weite nach dem Schachte Vedette; ihre Menge beträgt 0,96 Cbkm. in der Secunde.

Die ausziehenden Wetter in dem Schachte Vedette betragen 3,81 Cbkm. in der Secunde, dieser Werth ist wahrscheinlich zu hoch bestimmt. Die Wetter, welche von der Pauline und der Sentinelle kommen, besitzen $15\frac{1}{2}$—16° Centigr., die ausziehenden Wetter 24—30° Temperatur. Nimmt man ihre Menge zu 3,81 Cbkm., ihre Temperatur zu 24°, den Barometerstand zu 0,7547 M. an, so ist das Gewicht der in einer Secunde ausziehenden Wetter 4,44 Kilogr.; der Wetterofen steigert die Temperatur dieser Luftmenge um 8—14° Centigr. Wenn man die specifische Wärme der Luft auf 0,26 setzt und annimmt, dass 1 Kil. Steinkohlen 7000 Wärmeeinheiten entwickelt, so müsste der Wetterofen dieses Luftquantum um 33° Centigr. erhöhen. Der Verlust entsteht wahrscheinlich durch die Verdampfung des Wassers, welches bei dem Gebrauche des Schachtes fortwährend herabträuft.

Der Schacht Ernst zu Anzin ist 201 M. tief, der Wetterofen liegt in 184 M. Tiefe, und die Esse mündet 24 M. darüber in den Schacht ein.

Auf der Schachtsohle mündet der Wetterzug des Schachtes Réussite ein, welcher durch den 331 M. tiefen Schacht und eine Streckenlänge von 2283 M. zieht; die Luftmenge desselben beträgt 2,07 Cubikmeter bei 16° Temperatur und 0,7636 M. Barometerstand.

Zwei Wetterzüge vom Schachte Demmézieres führen zusammen 1,45 Cbkm. in der Secunde bei 17° Temperatur und 0,7612 M. Barometerstand. Ausserdem treten noch einige andere Wetterzüge hinzu; der einfallende Zug der Beischächte dient theilweise zur Unterhaltung des Wetterofens.

Dieser verbraucht 607 Kil. Stückkohlen von Precnes in 24 Stunden. Die Ausziehungswetter betragen 8,1966 Cubikmet. in der Secunde bei 32—37° Centigr. und 0,7573 M. Barometerstand. Die äussere Lufttemperatur war zur Zeit der Beobachtung $20\frac{1}{4}$°. Das Gewicht der in einer Secunde ausziehenden Wetter beträgt daher 0,975 Kil.; der Wetterofen erhöhete die Temperatur dieser Luftmenge um 80°, die Menge des verwendeten Brennmaterials hätte dieselbe um 22° erhöhen können, so dass der Verlust also nur $\frac{1}{6}$ beträgt.

Auf dem Schachte Nr. 3 der Concession Hornu und Wasmes bei Mons befindet sich der Wetterofen in einem Beischachte von 24,78 M. Teufe und 1,18 M. Durchmesser, der mit einem Thurme von 0,944 M. Durchmesser versehen ist. Dieser Wetterofen verbraucht wöchentlich 42 Hectoliter schlechter Kohlen, von denen 1837 7 Hectoliter (1 Muid) 5 Francs kosteten. Die Luftmenge, welche der Wetterofen bewegt, beträgt 3,23 Cbkm. in einer Secunde. Bei dem Schachte Nr. 4 befindet sich der Wetterofen in einem 26,55 M. tiefen Beischacht, der mit einem Thurme versehen ist; derselbe verbraucht wöchentlich 77 Hectol. Kohlen und erregt einen Wetterzug von 1,95 Cbkm. in der Secunde, die aus dem Thurme ausziehenden Wetter haben 45—50° Centigr.

Die Wetter, welche in dem Förderschachte Nr. 4 einfallen, betragen 2,65 Cbkm. in der Secunde, ein Theil derselben zieht durch den Fahrschacht nach dem Wetterofen, der andere Theil versorgt eine Förderstrecke in 265,5 M. Teufe, von 957 M. Länge und vereinigt sich mit den Wettern des Schachtes Nr. 3 und zieht durch den Wetterofen bei dem Schachte Nr. 3 aus. Zur Zeit der Beobachtung arbeiteten 55 Mann auf Nr. 4 und täglich wurden 21 Kil. Oel verbrannt.

Dieser Schacht hatte vor einigen Jahren allgemeine Aufmerksamkeit erregt, weil alle Arbeiter von der Anemies-Krankheit befallen wurden. Diese Einwirkung wurde einer geringen Menge von Schwefelwasserstoffgas zugeschrieben, wolches die Zersezzung des Wassers durch die Kiese in dem Flötze Grand-Rechée liefern sollte. Nach der Aussage des Directors Al. Boty sollen die Grubenwasser die Eigenthümlichkeit besitzen, grosse Geschwüre auf der Haut zu erzeugen, welche oft erst nach einem Monate vergehen.

Bei der Grube Nr. 21 der Concession Belle et Bonne bei Jemmapes befindet sich der Wetterofen auf der Sohle eines 31,86 M. tiefen Schachtes, der einen 30 M. hohen Wetterthurm besitzt, unten 0,9 M. weit in's Gevierte, oben 0,36 M.; man verbrennt täglich 6—7 Hectoliter.

Der Förderschacht ist 295,6 M. tief; die Wetter ziehen durch Strecken auf dem Flötze von 1833 M. Länge. Die tägliche Förderung beträgt 180 Tonnen (à 20 Cent.) und beschäftigt 64 Kohlenhäuer, 42 Schlepper ausser den Füllern, Ausschlägern etc., überhaupt 120—130 Arbeiter. Das Luftquantum, welches durch den Fahr- und Wetterschacht auszieht, beträgt 1,0552 Cbkm. in der Secunde, und diese ausziehenden Wetter zeigten 103° Cent. Temperatur. Das Mangelhafte der Anlage dieses Wetterofens ist recht auffallend; derselbe verbraucht beinahe ebensoviel Kohlen, wie der auf dem Schachte Ernst bei Anzin, wo ein 8 Mal stärkerer Wetterzug stattfindet.

Die folgenden Beobachtungen rühren von dem belgischen Berg-Ingenieur Glépin her, und sind aus dem *Bulletin du musée de l'industrie* von 1842 und 1843 entlehnt.

Im Schachte Nr. 3 von Grand-Buisson fallen die Wetter im Fahrschachte ein, theilen sich in der Tiefe von 184 Met. in 2 Ströme, von denen der eine, etwa $\frac{1}{4}$ der ganzen Masse, die hier befindlichen sehr winkeligen Strecken mit 1,44 Quadratmeter mittlerem Querschnitte, in einer Länge von 13 bis 1400 Met. durchzieht und in derselben Tiefe zum Treibschachte zurückkehrt. Der andere fällt in dem Fahrschachte bis zu 266 Met. Tiefe ein, theilt sich daselbst von Neuem in zwei Ströme, welche sich wieder vereinigen, nachdem der eine 322 Met. und der andere 550 Met. Strecken und Baue durchzogen hat; nach ihrer Vereinigung kehren sie durch eine 75 Met. lange Strecke, mit 3,76 Quadratmet. Querschnitt, zum Schachte zurück, erreichen denselben in

266 Met. Tiefe und ziehen durch den Treibschacht zu Tage aus. Der Querschnitt des Treibschachtes beträgt 15,21 Met. und der des Fahrschachtes 5 Met.

Der Wetterofen, welcher die Circulation bewirkt, ist im kurzen Stosse des Treibschachtes 184 Met. tief unter Tage angebracht.

Am 4. Februar 1842 arbeiteten 200 Menschen in der Grube, und aus dem Schachte zogen 6,484 C. M. Grubenwetter in der Secunde aus. Die Temperatur derselben betrug 30° C., die der Tagesluft 2°. Bevor sich die Grubenwetter mit der heissen Luft des Ofens vermengt hatten, besassen sie eine Wärme von 15,5°, und es war demnach dieselbe um 14°,5 durch die Wirkung des Ofens erhöht. Der Barometerstand wurde an diesem Tage um 0,7685 Met. beobachtet. Das Gewicht der ausziehenden Wetter betrug, diesen Angaben zufolge, 7,651 Kilogramm in der Secunde und 661046,4 Kilogr. in 24 Stunden.

Der Ofen verbrauchte in 24 Stunden 7000 Kil. Steinkohlen. Nimmt man an, dass die specifische Wärme der Luft 0,26 beträgt und 1 Kil. Kohlen bei seiner Verbrennung 7000 Wärmeeinheiten erzeugt, so müssten 700 Kil. die Temperatur der ausziehenden Wetter um 28°,5 vermehren. Es kommt demnach nur die Hälfte des angewendeten Wärmestoffs zur Wirkung. Da die Wände des Schachtes vollkommen trocken sind, so ist dieser, für einen Wetterofen sehr geringe Nutzeffect allein seiner mangelhaften Construction zuzuschreiben; der Ofen ist zu hoch im Schachte angelegt und ein Theil der Kohlen fällt unverbrannt durch die Roststäbe. Die Anlage des Ofens kostet 1453 Fr. Er verbraucht jährlich 3194 Hectoliter Steinkohlen, am Werthe 3832,8 Francs. Für die Feuerwartung werden an Löhnen verausgabt 1460,0 Fr. Totalsumme 5292,8 Fr.

Im Schachte Nr. 2 von Grand Buisson findet der Abbau der Kohlen in 150 und 194 Met. Tiefe statt. Der Wetterofen ist in 117 Met. Tiefe angebracht und mündet mit einem geneigten Schlot in 103 Met. Tiefe im Treibschachte aus. Die Wetter fallen durch den Fahrschacht ein, theilen sich bei 150 Met. Tiefe in zwei Ströme, von denen der eine auf den Strecken und Bauen dieses Niveau's einen Weg von 1400 Met. zurückgelegt; er kehrt in 117 Met. Tiefe zum Schachte zurück, wo er zum Theil durch den Ofen geleitet wird. Der andere Strom begiebt sich in die tiefern Baue, um daselbst 274 Met. Strecken zu versorgen.

Am 4. Februar 1842 zogen bei einem Barometerstande von 0,7685 Met. und einer äussern Lufttemperatur von 2° C. 5,320 Cubikm. Grubenwetter in der Secunde aus dem Treibschachte. Dieselben besassen eine Wärme von 33°, und da die Grubenwetter vor ihrer Vermengung mit der heissen Luft 13°,25 Temperatur hatten, so war dieselbe durch den Ofen um 19°,75 erhöht. In 24 Stunden verbraucht der Ofen 560 Kil. Kohlen, welche nach der Berechnung eine Vermehrung der Wärme um 28° bewirken mussten. Der Verlust beträgt demnach 0,29; er ist durchschnittlich aber nur zu 0,20 anzunehmen, da während der Beobachtung das Feuer nicht sehr lebhaft brannte. In der That wurde später eine Temperatur der ausziehenden Wetter von 38°, statt 33°, beobachtet. Man sieht also, dass bei günstigen Umständen ein Nutzeffect von 80 Proc. erzielt werden kann.

Die Anlage des Ofens kostete 3608 Fr., die Kosten für Brennmaterial und Wartung belaufen sich jährlich auf 4526 Fr.

In den Bauen der Schächte Nr. 5 und Nr. 11 von Grand-Hornu wird die Wettercirculation durch 2 Oefen bewirkt, von denen der eine 3 Met. unter Tage im Schachte

Nr. 11 angebracht ist und einen Schlot von 41,74 Met. Höhe mit 1,20 Met. innerem Durchmesser besitzt. Der andere befindet sich bei 210 Met. Tiefe im Schachte Nr. 5. Die Wetter fallen im Treibschachte Nr. 11 bis zu 241 Met. Tiefe ein, theilen sich daselbst in 2 Ströme, von denen der eine 1500 Met. zum grössten Theil sehr unregelmässiger Strecken und Baue von 1 44 Quadratm. Querschnitt durchzieht, in einer Tiefe von 238 Met. zum Schachte zurückkehrt, und im Fahrschachte ausziehend, durch den nahe unter Tage angebrachten Wetterofen geht. Der andere Strom legt ebenfalls einen Weg von 1500 Met. zurück, langt in 210 Met. Tiefe im Schachte Nr. 5 an und zieht daselbst, durch den Wetterofen gehend, zu Tage aus. Am 18. Februar 1842 zogen durch den Schlot des Wetterofens im Schachte Nr. 11 1,880 Cubikmet. Grubenwetter mit einer Temperatur von 74° in der Secunde aus; der Barometer zeigte 0,7683 Meter bei einer äussern Luftwärme von 3°. Bevor die Wetter in den Ofen gelangten, besassen sie eine Temperatur von 13°,5, so dass eine Vermehrung von 60°,5 bewirkt wurde. Der Ofen verbrannte an diesem Tage 713 Kil, Kohlen, deren schlechte Beschaffenheit aber nur eine Annahme von 6000 Wärmeeinheiten für 1 Kil. zuliess. Die ausziehenden Wetter, welche sich zu 166752 Kil. in 24 Stunden berechnen liessen, hätten danach eine Vermehrung der Temperatur um 98°,5 erfahren müssen: der Wärmeverlust betrug also 0,38 der durch die Verbrennung wirklich erzeugten Wärme.

Ein Wassermanometer, auf der Strecke angebracht, welche die Wetter vom Fahrschachte nach dem Ofen führt, zeigte eine grössere Pressung der äussern Luft im Vergleiche zu der Grubenluft an, deren Unterschied durch eine 0,012 Met. hohe Säule destillirten Wassers von 7° Wärme gemessen wurde. Bei dem angegebenen Barometer- und Thermometerstande berechnete man das Gewicht von 1 Cubikm. mit Wasserdampf gesättigte Luft zu 1,297 Kil. Die beobachtete Wassersäule kann mit einer Luftsäule von 9,25 Met. Höhe verglichen werden. Das Volumen der ausziehenden Luft, auf dieselbe Temperatur und Pressung reducirt, beträgt 1,480 Cubikmet. in der Secunde, woraus der Effect des Ofens zu 1,48 × 1,297 Kil. × 9,25 Met. = 17,76 Meterkil. = 0,237 eines Dampfmaschinenpferdes berechnet wurde. Nimmt man an, dass eine Hochdruck-Dampfmaschine ohne Condensation in der Stunde 7 Kil. schlechte Steinkohlen für eine Pferdekraft verbraucht, so ergiebt sich, dass mit den von dem Ofen verbrannten Kohlen eine Dampfmaschine von 4,25 Pferdekräften betrieben werden kann. Es ist also der Ofen mit einem Ventilator zu vergleichen, welcher bei demselben Effect nur 5,5 Proc. der verbrauchten Kraft realisirt. Eine am 11. Mai wiederholte Probe führte zu demselben Resultate. Die Anlage des Ofens kostete 4645 Fr. Die jährliche Ausgabe für Brennmaterial und Wartung betrug 3603 Fr.

Der Ofen im Schachte Nr. 5 verbrauchte am 5. Februar 1842 in 24 Stunden 468 Kil. gute Kohlen. Es strömten bei einer äussern Temperatur von 0°,5 und einem Barometerstande von 0,7674 Met., in der Secunde 2,703 Cubikm. Grubenwetter aus, welche bis 27° erwärmt waren. Bevor die innere Grubenluft durch den Ofen ging, besass sie eine Temperatur von 18°. Rechnet man, dass aus 1 Kil. Kohle 7000 Wärmeeinheiten erzeugt werden können, so findet sich, dass 0,8 der entwickelten Wärme verloren gingen.

Ein zweiter Versuch am 21. Mai ergab einen Verlust von 0,85 der erzeugten Wärme. Dieser geringe Effect von 15 bis 20 Proc. ist unzweifelhaft der beständigen Nässe des Schachtes zuzuschreiben.

Dieser Ofen besteht nur aus zwei Mauern mit Roststäben, welche in einer alten Strecke angebracht sind. Seine Erbauungskosten lassen sich also höchstens auf 100 Fr. veranschlagen. Er verbraucht für Feuerungsmaterial und Wartung jährlich eine Summe von 4036 Fr.

Der Wetterofen des Schachtes Nr. 10 von Grand Hornu befindet sich gleichfalls in einem nassen Schachte und ist bei ihm derselbe Verlust von 0,84 ermittelt. Er verbraucht 698 Kil. Kohle in 24 Stunden, und es betragen die jährlichen Unkosten 3915 Fr.

Im Schachte Nr. 2 von Grand Picquerie befindet sich in 108 Met. Tiefe ein Ofen, dessen geneigter Schlot bei 88 Met. im Treibschachte ausmündet. Der im Fahrschachte einfallende Wetterstrom durchzieht 8—900 Met. Strecken und Baue. Der Ofen verbraucht in 24 Stunden 410 Kil. gute Kohlen, von deren Heitzkraft nach den angestellten Messungen 0,8 verloren gehen. Dieser geringe Effect von 20 Proc. wird ebenfalls durch die Nässe im Schachte veranlasst.

Die Grubenbaue des Schachtes Nr. 1 von Sauvarton sur Dour werden durch einen Wetterofen ventilirt, welcher 3 Met. unter Tage im Fahrschachte erbauet und mit einem Schlote von 25,50 Met. Höhe und 1,44 Quadratm. Querschnitt versehen ist. Die Wetter fallen in dem Treibschachte bis zu 288 Met. Tiefe ein, durchziehen daselbst 288 Met. Strecken und kehren in derselben Tiefe zum Fahrschachte zurück. Aus dem Schlote zogen bei einem Barometerstande von 0,7381 Met. und einer äussern Lufttemperatur von 14° 1,974 Cubikm. Grubenwetter in der Secunde aus. Die grössere Pressung der Tagesluft gegen die Pressung im Innern der Grube wurde durch eine Säule destillirten Wasser von 0,01 Met. Höhe gemessen, welche einer Luftsäule von 8,39 Met. gleich kommt. Das Gewicht eines Cubikmet. mit Wasserdampf gesättigter Luft ergab sich zu 1,19 Kil. Der Nutzeffect des Ofens betrug demnach 1,974 $\times$ 1,19 Kil. $\times$ 8,39 Met. = 19,6 Meterkil. = 0,26 eines Dampfpferdes. In 24 Stunden wurden 1084 Kil. Kohlen verbrannt, welche für eine Hochdruckmaschine von 6,45 Pferdekräften hinreichend seyn würden. Der Ofen ist daher mit einem Ventilator zu vergleichen, welcher von der empfangenen Kraft nur 4 Proc. realisirt. Die Erbauung des Ofens kostete 3313 Fr. und der jährliche Aufgang für Brennmaterial und Wartung betrug 7592 Fr.

Ueber dem Schachte St. Caroline zu St. Victoire befindet sich ein Wetterofen, welcher zugleich die Dampfkessel der Treibmaschine heizt. Dieselbe besitzt eine Kraft von 35 Pferden, von welcher nach den angestellten Versuchen nur 0,24 einer Pferdekraft für die Wettercirculation zur Anwendung kommen.

Die Baue der Grube Monceau Fontaine werden ebenfalls durch einen Ofen ventilirt, welcher am Tage über dem Fahrschachte steht und zugleich eine Dampfmaschine von 8—10 Pferdekräften heizt. Die Wetter fallen im Treibschachte bis zu 114 Met. Tiefe ein und theilen sich daselbst in zwei Ströme. Der eine durchzieht 1600 Meter regelmässige Oerter, der andere folgt dem Treibschachte bis zu 127 Met. Tiefe und durchläuft hier 1000 Met. unregelmässige Ortslänge. Beide kehren zum Schachte zurück und ziehen durch den Fahrschacht aus. Der Zug des Ofens bewirkt das Einfallen eines Wetterstroms von 1,076 Cubikm. in der Secunde, bei einer äussern Temperatur von 5°,5 und 0,7507 Barometerstand. Die äussere Luft besass im Vergleich zu der innern eine grössere Pressung, welche durch eine Säule destillirten Wassers von 0,003 Meter gemessen wurde, also einer Luftsäule von 2,40 Met. gleichkommt. Das Cubikm.

mit Wasserdampf gesättigter Luft berechnete man bei dem angegebenen Thermometer- und Barometerstande zu 1,25 Kil., die mit dem Ofen erzielte Wirkung auf $1{,}067 \times 1{,}25$ Kil. $\times$ 2,4 Met. = 3,2 Meterkil. = 0,042 einer Pferde- oder $\frac{1}{2}$ Proc. der Kraft, welche mit derselben Quantität Brennmaterial und unter denselben Umständen die Dampfmaschine zur Nutzung bringt.

Fasst man die gefundenen Resultate kurz zusammen, so ergiebt sich für Wetteröfen Folgendes:

Sind die Wetteröfen in tiefen, weiten und trockenen Schächten angebracht, so beträgt der Wärmeverlust nur 0,2 der im Ofen erzeugten Wärme; sie bewirken desshalb einen lebhaften Wetterzug und genügen für ausgedehnte Grubenbaue. Befinden sich aber die Wetteröfen in nassen Schächten, so gehen 0,8 der erzeugten Wärme verloren, der Wetterzug ist langsam und für ausgedehnte Baue ungenügend.

Bei Oefen, welche am Tage über dem Schachte angebracht und mit Schloten von 40—50 Met. Höhe versehen sind, ist der Aufgang an Brennmaterial sehr beträchtlich und daneben die bewirkte Ventilation bei einiger Ausdehnung der Baue unzulänglich.

Die Construction eines gut gebaueten Ofens in der Grube kostet in der Provinz Hennegau ohngefähr 3600 Fr., die der gewöhnlichen Oefen nur 1000 bis 1500 Fr. Sie verbrauchen jährlich für Brennmaterial und Wartung 4—5000 Fr. Die Erbauung der Oefen über dem Schachte erfordert einen Kostenaufwand von 4—5000 Fr. und für Brennmaterial und Wartung gehen jährlich 3—4000 Fr. auf.

Maschinen zur Bewirkung eines ununterbrochenen Luftstromes in den Gruben. Zu diesem Zwecke kann jede blasende oder saugende Maschine dienen, indem es immer darauf ankommt, eine Bewegung der Luft in einer gewöhnlich vielfach gekrümmten und an beiden Enden offenen Leitung hervorzubringen. Diess geschieht, indem an einem Ende verdichtete Luft hineingeführt oder aus dem andern Luft gesaugt und diess in die Atmosphäre gepresst wird. Mit Ausschluss einiger besondern Umstände, ist es gleich, ob die Luft gepresst oder gesaugt wird; der Theorie nach besitzen zwar die blasenden Maschinen einen kleinen Vortheil, allein eine genaue Betrachtung der Umstände zeigt, dass die Ausführung guter Wetterbläser in Bezug auf ihren mechanischen Wirkungsgrad manchen Schwierigkeiten unterliegt, welche bei saugenden Maschinen nicht in demselben Maasse vorhanden sind.

Die allgemeinen Bedingungen bei Wettermaschinen sind folgende:

1) Sie müssen sehr bedeutende Luftquanta bewegen.

2) Sie sollen der Luft nur geringe Geschwindigkeiten mittheilen.

3) Sie sollen die Pressung der Luft nur sehr wenig erhöhen, die sie in der Atmosphäre schöpfen, wenn sie blasen, und in der Grube, wenn sie saugen.

Die Gebläse in den Hütten dagegen sind zur Bewegung sehr viel kleiner Luftquantitäten bestimmt, denen aber sehr grosse Geschwindigkeiten ertheilt werden müssen, daher sie auch eine hohe Pressung erhalten. Dieser Unterschied in den verlangten Wirkungen führt natürlich auch sehr bedeutende Abweichungen in den Vorrichtungen herbei, welche in diesen Fällen angewendet werden müssen. An einem Beispiele wird dieser Unterschied noch deutlicher werden.

Auf der Steinkohlengrube Espérance bei Seraing befindet sich eine grosse saugende Cylindermaschine, welche durch eine Dampfmaschine von 25 Pferdekräften in

Bewegung gesetzt wird. Das ausgezogene Luftquantum beträgt nach der Kolbengeschwindigkeit bei 0,7493 M. Quecksilbersäulen-Pressung und 13° C. Temperatur 9,0241 Cubikm. in der Secunde. Nach einer Messung mit dem Anemometer in der Grube beträgt das Luftquantum nur 8,016 Cubikm.; ein Unterschied, der aus den Luftverluste am Kolben und dem schädlichen Raume im Cylinder hervorgeht. Die Luft wird dem Cylinder durch zwei seigere Schächte zugeführt, deren Querschnitt zusammen 3,05 Quadratm. beträgt, daher die Geschwindigkeit der darin aufsteigenden Luft 2,628 M. in der Secunde. Die Pressung der äussern Atmosphäre über die Pressung der durch die Maschine angesaugten Luft beträgt eine Wassersäule von 6,25 bis 9 Centim., also im Mittel 7,675 Centim.; der Effect der Maschine besteht also darin, dass 8,016, Cbkm. Luft mit 2,628 M. Geschwindigkeit in der Secunde unter einem Drucke von 7,675 Centim. Wassersäule in die Atmosphäre ausgeblasen werden; während der Effect eines Gebläses bei dem Holzkohlenhohofen zu Tronçais (Allier) darin besteht, dass 0,29815 Cbkm. Luft mit 61,45 M. Geschwindigkeit in der Düseöffnung unter einem Quecksilberdrucke von 1,92 Centim. oder einem Wasserdrucke von ungefähr 26 Centim. ausgeblasen werden. Bei den Coakshohöfen steigt die Pressung der Gebläseluft bis auf 10 und 11 Centim. Quecksilbersäule, oder 1,36 M. bis 1,50 M. Wassersäule, und die Geschwindigkeit derselben in den Düsen ist daher noch viel grösser, als die angegebene.

Es geht hieraus hervor, dass, wenn Cylindergebläse, wie sie auf den Hütten gebraucht werden, auf die Grubenwetterführung angewendet werden, sie nur einen sehr geringen mechanischen Wirkungsgrad besitzen können; ein grosser Theil der Kraft geht bei denselben verloren, oft mehr als die Hälfte. Die Luft muss bei'm Ein- und Austritte am Cylinder durch Ventilöffnungen hindurchgehen und in diesen bei Weitem grössere Geschwindigkeiten annehmen, als sie besitzt oder in den Grubenbauen erhalten soll. Diese Geshwindigkeiten, welche für die verlangte Wirkung beinahe ganz verloren sind, können nicht ohne einen entsprechenden Unterschied in der Pressung der Luft ausserhalb und innerhalb des Cylinders entstehen, welcher die zur Bewegung des Cylinderkolbens erforderliche Kraft natürlich vermehrt. Bei der Wetterführung der Gruben ist dieser Unterschied der Pressung, um die Luft durch die Ventilöffnungen in und aus dem Cylinder zu lassen, beinahe immer gleich, wenn nicht grösser, als der Unterschied der Pressung, um die ungleiche Wirkung hervorzubringen, d. h., um die zusammengedrückte Luft in die Grubenbaue einzuführen, oder um die, aus den Grubenbauen gezogene Luft in die Atmosphäre zu treiben, nachdem sie ebenfalls vorher zusammengedrückt worden ist. Manometer, welche an den Cylindern selbst angebracht wurden, zeigten bei'm Saugen der Pressung der Atmosphäre über die, in den Cylinder eintretende Luft und bei'm Blasen umgekehrt die Pressung der innern Luft über die äussere Atmosphäre an, in welche letztere diese getrieben wird. Bei'm Saugen beträgt dieser Unterschied an einem Cylinder 11,5 Centim., an andern 15 Centim.; bei'm Blasen dagegen 3,3 und 3 Centim. Wassersäule; also hat im Mittel der Kolben einen Druck von 16,4 Centim. Wassersäule zu überwinden, während zur Erreichung des Nutzeffectes nur eine Pressung von 7,675 Centim., also noch nicht einmal die Hälfte von demjenigen nothwendig ist, welchen die Dampfmaschine ausser allen sonstigen Reibungs- und Hindernisslasten hervorbringen muss. Dieser grosse Kraftverlust entsteht, ungeachtet die Ventilöffnungen im Boden der Cylinder und in den Kolben sehr gross und die Kolbengeschwindigkeit sehr geringe ist. In beiden befinden sich 16 Oeffnungen; der Cylinderdurchmesser ist 3,48 M.; der Kolbenhub 2,05 M.; die Maschine macht 14

ganze Hübe pro Minute, und die Kolbengeschwindigkeit ist daher unter 1 M. in der Secunde. Die Dampfmaschine wird auf 25 Pferdekräfte geschätzt; der Dampfdruck im Kessel, die Grösse und Geschwindigkeit des Kolbens und der Brennmaterialaufwand entsprechen auch dieser Angabe. Der Nutzeffect derselben besteht nun darin, dass 8,016 Cbkm. Luft aus der Grube gezogen werden bei einem Barometerstande von 0,7492 M. und die äussere und innere Pressung durch Quecksilbersäulen von 0,7534 M. und 0,7590 M. gemessen werden, deren Unterschied einer Wassersäule von 7,675 Centim. entspricht; und wird also gemessen durch den Ausdruck:

$$8{,}016 \times 0{,}7492 \times 13598 \times \mathit{log.\ hyp.}\ \frac{7590}{7534} = 603{,}6 \text{ Kilm.},$$

welcher 8,05 Pferdekräften (von 75 Kilm. in der Secunde) entspricht; der Nutzeffect ist also kaum $\frac{1}{2}$ von dem Effecte der Dampfmaschine.

Bei den saugenden Cylindermaschinen auf den Gruben Sacré Madame und Monceau Fontaine bei Charleroy ist der Wirkungsgrad der Dampfmaschinen noch geringer; die erste saugt 3,83, die zweite 6 Cbkm. in der Secunde, nach dem Wege des Kolbens berechnet, also in der That etwa $\frac{1}{16}$ weniger; die Pressung der Atmosphäre über die der Luft, welche zu den Cylindern geführt wird, beträgt 5 Centim. Wassersäulenhöhe, und da die bewegenden Dampfmaschinen 10 und 20 Pferdekräfte besitzen, so folgt daraus, dass der Wirkungsgrad derselben auf der Grube Sacré Madame etwa $\frac{1}{4}$ und auf Monceau Fontaine nur $\frac{1}{6}$ beträgt. Dieser ungeheuere Verlust an Kraft fällt keinesweges der schlechten Construction dieser Maschinen zu Last, sondern er ist in dem Systeme der Cylindergebläse begründet, welches keinesweges zu der Wirkung passt, die der Wetterwechsel in den Gruben erfordert. Diese Maschinen dürften der Luft keine unnütze Geschwindigkeit mittheilen, sie nicht über das Erfordern zusammendrücken, damit sie in die Atmosphäre strömen könne, wenn sie saugen; und umgekehrt, um sie in die Grube zu treiben, wenn sie blasen.

Die erste saugende Kolbenmaschine in Belgien wurde 1830 auf dem Schachte St. Louis, Concession Griseuil, bei Mons errichtet. Die Flötze entwickeln starke schlagende Wetter, werden von Unten nach dem Ausgehenden hin abgebauet; die ausziehenden Wetter müssen daher gegen 100 M. seiger auf dem Einfallen des Flötzes nach dem Wetterschachte geführt werden, welcher dicht neben dem Förderschachte liegt.

Auf dem Schachte St. Victoire der Concession Griseuil ist ebenfalls ein Wetterofen durch eine saugende Maschine ersetzt worden. Der Wetterofen befand sich auf der Sohle eines 30 M. tiefen und mit einem 25 M. hohen Thurme versehenen Schachtes, verbrannte täglich 24—30 Hectol. Kohlen, und dennoch war der Wetterzug ungenügend. Der Wetterzug (mit den entzündlichen Gasen) führte zu dem Wetterofen; die Temperatur desselben war so hoch, dass eine eiserne, 30 M. vom Ofen entfernte, Wetterthüre beständig roth war. Die jetzige Maschine besteht aus zwei hölzernen Kästen, jeder Kolben ist 2,4 M. in's Gevierte, ihr Hub ist 1,6 M. und sie machen $19\frac{2}{3}$ Hübe in der Minute. Das ausgezogene Luftvolumen nach den Hüben beträgt 3,02 Cbkm. in einer Secunde, es muss also in der That geringer seyn, obgleich das Anemometer im Förderschachte 3,21 Cbkm. angab. Die Dampfmaschine, welche die Saugkolben bewegt, wird zu 12 Pferdekräften angegeben und verbraucht 20 Hectol. schlechter Kohlen in 24 Stunden.

Auf der Grube Sacré Madame bei Charleroy besteht die saugende Maschine aus 2 hölzernen Cylindern von 2 M. Durchmesser, der Kolbenhub ist 1,65 M., jeder Kolben macht 24 Hübe in 65 Secunden; das ausgezogene Luft-Volumen beträgt hiernach 3,888 Cbkm. Die Spannung der äusseren Luft ist um eine Wassersäule von 5 Centim. höher, als die der innern; die Kraft der Dampfmaschine wird zu 8 bis 10 Pferdekräften angegeben und verbraucht 1000—1200 Kil. Kohlen in 24 Stunden. Das Anemometer zeigte eine Luftmenge von 3,6 Cbkm. in der Secunde.

Auf der Grube St. Leonard in Monceau Fontaine bei Charleroy befindet sich eine saugende Maschine, welche einen einzigen hölzernen Cylinder von 2,667 Meter Durchmesser hat, bei einem Kolbenhube von 2,362 M., sie macht 15 Hübe in 66 Secunden. Das Luftvolumen beträgt hiernach 5,998 Cbkm. in einer Secunde. Die Spannung der Luft in dem Schachte, aus dem die Luft gezogen wird, ist sehr veränderlich, am Geringsten war sie 9 Centim. Wassersäule weniger, als die der äussern Luft; am Ende des Kolbenhubes aber sogar um 1 Centim. Wassersäule mehr; im Mittel kann man den Unterschied der Spannung der inneren und äusseren Luft zu 5 Centim. Wassersäule annehmen. Die Dampfmaschine, welche dieses Saugwerk in Bewegung setzt, hat 20 Pferdekräfte und verbraucht täglich 2400 bis 2450 Kil. Kohlen.

Saugende Cylindermaschine der Steinkohlengrube Espérance. — Die Steinkohlengrube Espérance bei Seraing an der Maas in Belgien erhält ihre Wetterführung durch eine grosse saugende Cylinder- oder Kolbenmaschine, die durch eine Dampfmaschine von 25 Pferdekräften bewegt wird. Das ausgesaugte Luftvolum, berechnet nach dem durch die Kolben erzeugten Volum, unter einem Drucke von 0,7493 Meter Quecksilber, und bei der Temperatur von 13°, würde 9,0241 Cubikmeter in der Secunde betragen. Das wirkliche Volum ist wegen der Luftverluste und wegen des schädlichen Raums der Maschine geringer. Die Wetter gelangen durch zwei saigere Schächte zu derselben, deren horizontale Durchschnitte eine Oberfläche von 3,05 Quadratmeter haben; es beträgt demnach die Geschwindigkeit der aus diesen Schächten ausziehenden Wetter weniger, als 2,95 Meter in der Secunde. Endlich ist der Ueberschuss des äussern atmosphärischen Drucks über die auf der Strecke, welche die Wetter in die Schächte unter die Maschine führt, durch eine Säule von destillirtem Wasser gemessen, deren Höhe von 6,25 bis 9 Centimeter schwankt, und demnach im Durchschnitt 7,675 Centimeter beträgt.

Folgendes sind im Gegensatze die Beobachtungsresultate, welche ich bei dem Gebläse des Hohofens zu Troncais im Allier-Departement, der mit Holzkohlen betrieben wird, gesammelt habe. Die Maschine besteht aus zwei hölzernen quadratischen Kästen, deren Kolben durch ein Wasserrad in Bewegung gesetzt werden. Die durch die Kolben ausgedrückte Luft wird dem Ofen durch zwei kleine kreisrunde Düsen zugeführt, deren Durchmesser 0,0556 Meter beträgt. Die Kolben machten, als ich die Hütte besuchte, 12 Umgänge in der Minute. Ich hatte keinen Windmesser zu meiner Disposition; das von der Maschine gelieferte, nach den Dimensionen der Kästen und dem Kolbenwechsel berechnete Luftvolum beträgt demnach 0,29815 Cubikmeter in der Secunde.

Die Geschwindigkeit der Strömung, welche man erhält, wenn man das obige Volum mit der Summe der Düsenöffnungs-Oberflächen dividirt, beträgt 61,45 Cubikmeter in der Secunde.

Endlich muss der Ueberschuss des Luftdrucks im Innern der Kästen, während des Ausdrückens, über den äussern Druck der Atmosphäre, gefolgert aus der obigen

Strömungsgeschwindigkeit, ohne jedoch die Reibung zu berücksichtigen, durch eine Quecksilbersäule von etwa 1,82 Centimeter gemessen werden, die einer Wassersäule von 26 Centimeter gleich ist.

Es sind diese Zahlen nur Näherungen, indem wir den Luftverlust nicht in Rechnung bringen können; dennoch sind sie hinreichend, um die angegebenen Differenzen nachzuweisen.

Bei den Gebläsen der Coakshohöfen verursacht ein in der Nähe der Form angebrachter Windmesser häufig einen Ueberschuss des innern Luftdruckes von 10 bis 11 Centimeter Quecksilber, die einer Wassersäule von 1,36 bis 1,50 Meter gleich sind. Die Ausströmungsgeschwindigkeit der Luft durch die Düsen ist daher weit bedeutender, als bei dem Hohofen zu Troncais.

Es folgt aus den oben mitgetheilten Thatsachen, dass die gewöhnlich in den Hütten angewendeten Gebläse mit Kolben, wenn man sie als Wettersauger in den Gruben anwenden wollte, einen bedeutenden Verlust der Triebkraft veranlassen würden, welche in allen Fällen ein sehr bedeutender Theil von der angewendeten Kraft, um die Maschinen in Bewegung zu setzen, seyn würde, und welche dem Nutzeffect gleich seyn oder ihn selbst übertreffen könnte. Wirklich muss die Luft bei ihrem Eintritte in die Cylinder der Kolbenmaschinen, sowie bei ihrem Ausströmen aus denselben, durch Ventile gehen und muss dabei weit grössere Geschwindigkeit annehmen, als sie besitzt, oder welche sie auf den Strecken hat, die mit den Cylindern in Verbindung stehen. Diese Geschwindigkeiten, welche für die zu erreichende Wirkung fast gänzlich verloren sind, können nicht ohne einen Unterschied des Drucks zwischen der in den Cylindern befindlichen und der äussern Luft stattfinden, wodurch aber die zur Bewegung der Kolben erforderliche Triebkraft bedeutend vermehrt wird. Bei der Wetterführung in den Gruben würde dieser Unterschied des Drucks, der dazu erforderlich ist, um die Wetter durch mit Ventilen versehene Oeffnungen strömen zu lassen, fast immer gleich, wenn nicht bedeutender, als der Ueberschuss des nothwendigen Drucks, seyn, um das zu erreichende Resultat hervorzubringen, d. h., um die vorher zusammengedrückte atmosphärische Luft in die Strecken der Gruben treten zu lassen, oder um die aus den Strecken gesaugten Wetter, welche ebenfalls vorher zusammengedrückt sind, in die Atmosphäre ausströmen zu lassen. Die Folge unserer Beobachtungen über die Maschine der Espérance rechtfertigt es vollkommen.

Wir haben schon bemerkt, dass ein Windmesser mit destillirtem Wasser, der an einem Puncte der Grube angebracht ist, wo die angesaugte Luft unter die Cylinder der Maschine strömt, einen Ueberschuss des Drucks der atmosphärischen über die in Bewegung befindliche Luft, von 7,675 Centimeter im Durchschnitte, hervorgebracht habe.

Wir haben Wasser-Windmesser an beiden Cylindern angebracht, in welchen sich die Kolben bewegen. Ein jeder von diesen Windmessern hat einen Ueberschuss des atmosphärischen Druckes über den der in den Cylinder während des Hubes des Kolbens, d. h., während des Saugens, eintretenden Luft angegeben; darauf der Ueberschuss des Drucks der innern Luft über den atmosphärischen, während des Niederganges des Kolbens, d. h., während die Luft aus dem Cylinder ausgedrückt wird und in die Luft strömt. Der an einem der Cylinder angebrachte Windmesser hat die folgenden Resultate gegeben:

Während des Saugens hat der mittlere Ueberschuss des atmosphärischen Druckes über die innere Luft im Durchschnitte 115 Millimeter Wasserdruck betragen.

Während des Sinkens von dem Kolben betrug der Ueberschuss des innern Drucks über den atmosphärischen im Durchschnitte eine Wassersäule von 33 Millimetern in dem Windmesser.

Bei'm zweiten Cylinder betrug der Unterschied des Wasserstandes in den beiden Schenkeln des Windmessers im Durchschnitte 150 Millimeter während des Ansaugens und 30 Millimeter während des Ausdrückens der Wetter. Der grosse Unterschied zwischen den, bei übrigens ganz gleichen Cylindern, beobachteten Resultaten rührt von einem sehr merklichen Luftverluste her, welcher zwischen dem Umfange des Kolbens und den Wänden des ersten Cylinders stattfand. Es folgt aus diesen Beobachtungen, dass die durch die Maschine der Espérance angesogene und in die Atmosphäre ausgedrückte Luft in der Maschine durchschnittlich zusammengedrückt worden ist, von einem Drucke, der $132\frac{1}{2}$ Millimeter Wasser unter dem der Atmosphäre betrug, bis zu einem Drucke, der $31\frac{1}{2}$ Millimeter Wasser über dem der Atmosphäre stand, d. h., dass die von der Maschine ausgeübte Zusammendrückung durch eine Wassersäule von 164 Millimeter gemessen wird. Da jedoch der Druck der zur Maschine gelangenden Luft nie geringer, als 76,75 Millimeter Wasser unter dem der Atmosphäre ist, in welche sie ausströmen soll, so wird es hinreichend seyn, den Druck der zuströmenden Luft um diese letztere Grösse zu vermehren, wenn man das Resultat erlangen will, welches die Kolbenmaschine der Espérance giebt. Es beginnt dieselbe mit einer Verdünnung der Luft, welche erforderlich ist, damit sie durch mit Ventilen in dem Boden der Cylinder versehene Oeffnungen strömt. Alsdann drückt sie die Luft, welche in die Cylinder geströmt ist, über den atmosphärischen Druck hinaus, zusammen, damit sie durch die mit Ventilen versehenen Oeffnungen in den Kolben ausströmen könne. Die ganze Zusammendrückung, welche auf diese Weise durch die Kolben der Maschine auf die vorher verdünnte Luft ausgeübt wird, beträgt etwas mehr, als das Doppelte von der Zusammendrückung, die für die zu erlangende Wirkung durchaus nothwendig ist. Es folgt daraus, dass das doppelte Durchströmen der Luft durch mit Ventilen versehene Oeffnungen, allein einen Aufwand an Triebkraft erfordert, der etwas grösser, als der Nutzeffect ist, und ist zwar unabhängig von jedem andern Widerstande, der mit dem Spiele des Wettersaugers und der ihn treibenden Dampfmaschine im Zusammenhange steht.

Taf. 24 stellt eine Kolbenmaschine auf der Grube Grande Veine du Bois de St. Ghislain vor, welche zu Grande Hornu erbauet worden ist. Die Sorgfalt, mit welcher die Ventile der Kolben in's Gleichgewicht gebracht sind, vermindern den Ueberschuss des Drucks, der zu ihrer Hebung erforderlich ist, und folglich auch die Widerstände des Apparats, welcher daher auch vortheilhaftere Resultate giebt, als die, von denen wir geredet haben. Die Cylinder bestehen aus Dauben von Eichenholz, die 6 Centimeter stark und ausserhalb mit eisernen Reifen umgeben sind. Die Kolben, sowie die Cylinderböden, bestehen aus Gusseisen und haben 10, mit blechernen Klappenventilen versehene Oeffnungen; die Kolbenventile sind mit Gegengewichten versehen. Die Liderung besteht aus ledernen Hülsen, die mit Haaren ausgefüllt sind. Die Cylinderwände werden mit einem Ueberzuge von Seifenwasser versehen. Der Schacht, aus welchem die Wetter ausziehen, ist oben mit einem Gewölbe oder mit einer festen Bühne aus Bretern versehen und steht durch eine Strecke mit der Kammer in Verbindung, auf welcher die Cylinder angebracht sind.

Herr Glépin hat bei der Maschine der Grube Grand-Buisson, welche der Grube Veine du Bois de St. Ghislain ähnlich ist, folgende Beobachtungen angestellt. Neben dem Schachte Gangane des Grand-Buisson befindet sich eine solche Maschine, deren 3,53 Met. im Durchmesser haltende Cylinder aus eichenen Bohlen gefertigt sind, welche durch eiserne Reife zusammengehalten werden. Der Boden und die Kolben aus Gusseisen sind mit 10 durch Ventile von Eisenblech verschliessbaren Oeffnungen versehen, deren Gewicht durch Gegengewichte balancirt wird. Die Bewegung der Kolben geschieht durch eine Dampfmaschine, welche nach der verschiedenen Umgangsgeschwindigkeit einen Hub von 1,70 — 1,90 Met. bewirkt. Der Treibcylinder der Dampfmaschine befindet sich unmittelbar über einem der beiden Wettercylinder.

Die Wetter fallen in dem Schachte Nr. 1 bis zu 300 Met. Tiefe ein, legen hier einen Weg von 16—1700 Met. auf engen unregelmässigen Strecken und Bauen zurück, erreichen den Schacht Gangane, dessen oberer Theil durch ein 34 Met. langes Ort mit der Saugmaschine in Verbindung steht und werden durch dieselbe ausgepumpt.

Am 14. December 1841 hätten die Cylinder vermöge ihrer Kolbenbewegung 8,060 Cubikm. Wetter ansaugen müssen. Dass auf die äussere Temperatur von 40,5 und den Barometerstand von 0,7517 reducirte Luftquantum, welches sie auspumpten, betrug aber nur 5,925 Cubikm. Diese Differenz wurde durch den Verlust und den schädlichen Raum der Maschine bewirkt, denn die Pressung der äussern Luft war während der Dauer des Versuchs grösser, als die der innern Luft und wurde durch eine Wassersäule von 0,1214 Met. gemessen, welche einer Luftsäule von 96,42 Met. gleichkommt.

Das Gewicht von 1 Cubikm. Luft ergab sich zu 1,259 Kil. und der Nutzeffect der Maschine betrug 5,925 $\times$ 1,259 Kil. $\times$ 96,42 Met. $=$ 719,25 Meterkil. $=$ 9,59 Pferdekräfte. Der Kolbenhub betrug 1,88 Met., und es erfolgten 13,15 Hübe in der Minute. Die Dampfmaschine arbeitete mit 26,62 Pferdekräften, und es kamen 36 Proc. der Kraft zur Nutzung. Zwei spätere Versuche ergaben 37,6 und 40,8 Proc., so dass ein durchschnittlicher Nutzeffect von 38 Proc. anzunehmen ist.

Die Anlage der Maschinen nebst der bewegenden Dampfmaschine kostete 63537 Francs oder 6688 Fr. für die zur Nutzung kommende Pferdekraft. Der Aufgang an Brennmaterial, Arbeitslöhnen und Reparaturen beträgt jährlich 12917 Fr. oder 1359 Fr. für die Pferdekraft.

Bei einer kleinern Maschine von ähnlicher Construction, welche auf dem Schachte der Grande Veine du Bois de St. Ghislain angebracht ist, wurde ein Nutzeffect von 26 Proc. ermittelt.

Eine andere Maschine zu Sacré Madame bei Charleroy zeigte einen Nutzeffect von 25 Proc.

Diese geringen Effecte werden der schlechten Wartung und dem Umstande zugeschrieben, dass die Ventile nicht mit Gegengewichten versehen sind.

Die Anlagekosten für kleinere Maschinen belaufen sich für die zur Nutzung kommende Pferdekraft auf 7300 Fr. und ihre Betriebs- und Unterhaltungskosten auf 15—1600 Fr.

Centrifugal-Ventilatoren (Wetterräder) werden oft benutzt, um bewohnte Räume zu lüften, in Deutschland auch häufig in den Gruben; vorzüglich, um einzelne Strecken mit Wetter zu versehen, bald als Sauger, bald als Bläser. Diese Maschine kann allerdings grosse Luftmengen in Bewegung setzen aber dieselben wenig zusammendrücken; in ihrer gewöhnlichen Construction hat sie aber noch den Nach-

theil, der Luft eine grosse Geschwindigkeit mitzutheilen und einen Stoss derselben gegen die Flügel bei dem Eintritte in den Behälter hervorzubringen, welcher einen bedeutenden Widerstand erzeugt. Um diesen Nachtheilen zu begegnen, hat Hr. Combes einen Ventilator mit gekrümmten Flügeln projectirt, welcher diese Nachtheile vermeidet und sich ganz vorzüglich zur Erregung des Wetterwechsels in den Gruben eignet. Die Fig. 1 und 2, Taf. 25, stellen diesen abgeänderten Centrifugal-Ventilator dar. Dieser Apparat kann unmittelbar über dem Schacht, aus welchem die Wetter ausziehen, angebracht werden; dieser Schacht ist alsdann mit einem Gewölbe, oder mit einer Bühne von Bretern verschlossen, in welchen man eine runde Oeffnung lässt, welche der Centralöffnung des Ventilators entspricht. Die Maschine hat eine senkrechte Achse von Schmiedeeisen, um welche sie mittelst eines Laufseils eine drehende Bewegung erlangt. Man hat in den Figg. 1 und 2 nur die halben Durchschnitte der Maschine nach Ebenen dargestellt, von denen die eine durch die Achse geht und die andere senkrecht auf derselben steht. Die 6 gekrümmten Flügel *a b*, *a b* sind oben an dem Rande der auf der senkrechten Welle befindlichen Scheibe befestigt und mit einer flachen, ringförmigen Krone *c c* versehen, deren obere Fläche in der Ebene der Cylinderöffnung, oder des festen Halses *D D* liegt, der auf der Oeffnung in dem Gewölbe über dem Schachte befestigt ist. Um Luftverluste durch die Fugen zwischen dem beweglichen Theile *c c* und der äussern festen Cylinderwand *D D* zu vermeiden, habe ich unter der Krone *c c* einen blechernen Cylinder *e e* anzubringen gesucht, der in einem festen kreisförmigen Troge *f f*, der mit Wasser angefüllt ist, untertaucht. Die Tiefe dieses Troges muss bedeutend genug seyn, damit das Wasser, welches zu beiden Seiten des blechernen Cylinders *e e* einen verschiedenen Stand hat, nicht über den Rand übertreten könne. Die Verschiedenheit des Wasserstandes zu beiden Seiten des beweglichen Cylinders hängt von der Verschiedenheit des Druckes der äusern und der in Bewegung befindlichen Luft, welche von dem Ventilator angesaugt wird, ab. Eine Tiefe von 12 bis 15 Centimeter (5 bis 6 Zoll) würde hinreichend seyn.

Wenn man dem Ventilator eine drehende Bewegung *x y* ertheilt, so kann die Luft, welche einen von den Räumen zwischen zweien aufeinander folgenden Flügeln oder Scheidern ausfüllt, nicht in die kreisförmige Bewegung der Maschine gezogen werden; sie ist unvermeidlich genöthigt, sich von der Drehungsachse zu entfernen, indem sie auf der Convexität des Flügels gleitet, der den Raum, den sie einnimmt, mit sich reisst. Es entsteht dadurch eine relative Leere, ein Ansaugen nach der Peripherie, welche von den Enden *a*, *a* der Flügel beschrieben wird, eine Leere, die fortwährend von der durch die Centralöffnung einströmenden Luft wieder ausgefüllt wird, und welche, einmal in den durch die Flügel gebildeten Räumen eingeschlossen, ihrerseits genöthigt ist, sich nach der äussern Peripherie zu bewegen, wo sie nach ausserhalb ausströmt. Die Luft muss unter einem Drucke ausströmen, welcher der der Atmosphäre gleich ist, welche den Ventilator umgiebt, und da sie sich von dem Mittelpuncte nach der Peripherie auf der Convexität der Flügel bewegt, so besitzt sie offenbar eine absolute Geschwindigkeit, welche das Product der den Enden *b*, *b* mitgetheilten und der relativen Geschwindigkeit ist, mit der sie sich in dem Augenblicke, in welchem sie an dem Ende der Flügel anlangt, bewegt. Krümmt man die Flügel auf solche Weise, dass sie die Tangenten der äussern Peripherie des Ventilators sind, so sind sich die beiden Kräfte, welche die absolute Ausströmungs-Geschwindigkeit der Luft zusammensetzen, geradezu entgegen, und diese ist alsdann ihrer Differenz gleich. Die passiven

Widerstände des auf diese Weise eingerichteten Ventilators sind übrigens unabhängig von den Reibungen zwischen den festen Theilen des Apparats, den Reibungen der sich auf den Flügeln und auf der untern Fläche der Scheibe bewegenden Luft, der Reibung der obern Fläche der Scheibe an der atmosphärischen Luft, und den Widerständen bei dem Uebergange der Luft von dem festen Cylinder *D D* in die Räume zwischen den krummen Scheidern, zu deren Zahl man auch die Wirbel rechnen muss, welche durch das Zusammentreffen dieser Scheider und der Windströme entstehen, welche mit Geschwindigkeiten begabt sind, die nach den Radien der Achse von der Maschine auslaufen.

Der in Fig. 1 u. 2 dargestellte Ventilator wird auf folgende Weise verzeichnet. Nachdem man, Fig. 2, zwei concentrische Kreise gezogen hat, die gleich 0,46 und 0,60 Meter sind, theilt man einen derselben in 6 gleiche Theile und zieht nach den Theilpuncten Radien, welche man bis auf die äussere Peripherie verlängert. An jedem der Theilpuncte der innern Peripherie zieht man eine geneigte gerade Linie auf die Tangente eines Winkels von 14° 54′, die mit dem Radius einen Winkel von 104° 54′ macht. Diese geraden Linien sind die Tangenten am Anfange der Flügel, welche übrigens die äussere Peripherie am Ende des folgenden Radius berühren müssen, so dass ein jeder von ihnen zwischen zwei aufeinander folgenden Radien eingeschlossen ist. Die Curve oder Krümmung ist übrigens willkührlich. Am Einfachsten ist es, wie in Fig. 2, sie aus einem Ende von der geraden Linie nach dem benachbarten Theile der innern Peripherie, und dann aus einem Kreisbogen zu bilden.

Die Verzeichnung des Profils, Fig. 1, hat keine Schwierigkeiten.

Man kann mit einem Ventilator, wie der vorstehende, der etwa 750 Umgänge in der Minute macht, 5 bis 7 Cubikmeter Luft in der Secunde aus einer Grube entfernen, und zwar mit einem Nutzeffecte der angewendeten Kraft von 60 Procent. Bei kleinern Gruben, aus denen man in der Minute nur 1 oder 2 Cubikmeter Luft in der Secunde herauszuschaffen braucht, ist der Ueberschuss des Druckes der äussern Luft auf den Druck der innern kaum bemerkbar. Man wendet alsdann sehr zweckmässig den in Fig. 3 und 4, Taf. 25, dargestellten Ventilator an, der etwa 130 Umgänge in der Minute zu machen braucht.

Ein bestimmter Ventilator wird mit gleichem Vortheil bei jedem Drucke wirken, wenn man die Winkel-Geschwindigkeiten respective proportional mit den Quadratwurzeln des Druckes nimmt, und Luftvolumina ausströmen lässt, die im Verhältnisse zu diesen Quadratwurzeln stehen.

Versuche des Herrn Glépin mit den Ventilatoren. Herr Glépin hat vergleichende Versuche über die Wirkung der saugenden Ventilatoren mit gekrümmten Flügeln, im Vergleich zu der der saugenden Kolbenmaschinen, der Wetteröfen und anderer Apparate angestellt.

Der Ventilator war auf dem Schachte Nr. 5 des Grand-Hornu angebracht. Er sog in der Secunde 8 Cubikmeter Luft unter einer Druckdifferenz, die durch eine Luftsäule von 63,83 Meter gemessen wurde, an. Der äussere Durchmesser des Ventilators betrug 1,70, der innere 1,36 Meter.

Die Höhe der Flügel in paralleler Richtung mit der Achse betrug äusserlich 0,335 und innerlich 0,34 Meter.

Die Anzahl der Flügel war auf drei reducirt; sie durchschnitten die innere Peripherie von 6° 39′; sie waren Tangenten von der äussern Peripherie.

Der auf diese Weise construirte Ventilator bewegte sich mit einer Geschwindigkeit von 706 Umdrehungen in der Minute, um in der Secunde 8 Cubikmeter Luft, unter einer Druckdifferenz, die von dem Gewichte einer Luftsäule von 63,83 Meter gemessen wurde, anzusaugen.

Der Ventilator wurde durch eine kleine Dampfmaschine in Bewegung gesetzt, welche nicht die hinreichende Kraft hatte, ihm in der Minute eine Umdrehung von 706 Umgängen zu ertheilen. Folgendes sind die Resultate von 4 Versuchen des Herrn Glépin, bei denen der Nutzeffect des Ventilators zwischen 27 und 29 Procent von der ganzen seiner Achse mitgetheilten Triebkraft, direct mit dem Prony'schen Zaum gemessen, betrug.

Die Fig. 1, Taf. 26, stellt den Apparat im Grundrisse dar.

Erster Versuch. Bei einer äussern Temperatur von 15 Grad und unter einem barometrischen Drucke von 0,7606 Meter, sog der Ventilator, indem er etwa 511 Umdrehungen in der Minute machte, 4,567 Cubikmeter Luft in der Secunde an.

Der Ueberschuss des Druckes der äussern Luft auf die innere wurde durch eine Säule von destillirtem Wasser von 0,02085 Meter Höhe gemessen, die einer Luftsäule von 17,035 Meter gleich war, indem das Gewicht des Cubikmeters mit Wasserdampf gesättigter Luft, bei vorhergehender Temperatur und vorherigem Drucke, 1,223 Kilogramm betrug.

Der Nutzeffect des Apparats betrug demnach 4,567 $\times$ 1,223 Kilogramm $\times$ 17,035 Meter $=$ 95,148 Kilogrammmeter $=$ 1,27 Pferdekraft.

Was nun die der Welle des Ventilators mitgetheilte Triebkraft betrifft, so betrug sie etwa 4,7 Pferdekräfte; folglich benutzte er davon etwa 27 Procent.

Zweiter Versuch. Am 28. März 1844 bei einer Temperatur von 17° und unter einem Drucke von 0,7666, sog der Ventilator 3,600 Cubikfuss Luft in der Secunde an und machte etwa 423 Umgänge in der Minute.

Der Ueberschuss des Druckes der äussern Luft über die von dem Ventilator angesogene wurde im Durchschnitte durch eine 0,0165 Meter hohe Säule von destillirtem Wasser gemessen. die einer Wassersäule von 13,51 Meter gleich war. Das Gewicht des Cubikmeters mit Dampf gesättigter Luft betrug 1,22 Kilogramm, bei vorherigem Drucke und vorheriger Temperatur.

Der Nutzeffect des Apparats war demnach 3,6 $\times$ 1,22 Kilogramm $\times$ 13,51 M. $=$ 59,34 Kilogrammmeter $=$ 0,7912 Pferdekraft.

Da nun die der Welle mitgetheilte Triebkraft 2,75 Pferdekräften gleich war, so folgt daraus, dass der Nutzeffect ohngefähr 0,29 entsprach.

Dritter Versuch. An demselben Tage und bei derselben Temperatur und unter demselben Drucke, bei einer Geschwindigkeit des Ventilators von 516 Umdrehungen in der Minute, betrug das angesaugte Luftvolum 4,020 Cubikmeter in der Secunde, und die erzeugende Höhe der Ausströmungsgeschwindigkeit 18,59.

Folglich brachte der Apparat einen Nutzeffect von 4,02 $\times$ 1,22 Kilogramm $\times$ 18,59 Meter $=$ 91,17 Kilogrammmeter $=$ 1,216 Pferdekraft hervor.

Da nun die wirklich verbrauchte Triebkraft bei diesem dritten Versuche 4,44 Pferdekräfte betrug, so folgt daraus, dass der Ventilator 27 bis 28 Procent davon benutzte.

Vergleichende Wirkungen eines Wetterofens und des Ventilators. — Versuche, bei denen man die Wirkungen eines Wetterofens und

eines Ventilators mit krummen Flügeln verglichen hat. In den ersten Tagen des Mai 1843 nahm man den Ventilator momentan weg, um die obere Oeffnung des Schachtes frei zu machen, und setzte dagegen einen Heerd in Betrieb, der im Tiefsten des Schachtes Nr. 5, 208 Meter unter Tage, angebracht worden war. Nach einem mehrtägigen regelmässigen Betriebe bestimmte man den Brennmaterialverbrauch dieses letztern Apparats und fand, dass er im Durchschnitte 387,75 Kilogramm Steinkohlen erster Sorte in 24 Stunden, oder 0,004488 Kilogramm in der Secunde verbrenne.

Die Wirkung dieses Heerdes bestimmte die Circulation zweier Luftströme, von denen der eine in den Schacht Nr. 5 in einer Teufe von 208 Meter und der andere in der von 185 Meter ausströmte.

Der erste Strom bestand aus der Vereinigung zweier Verzweigungen, von denen der eine durch den Schacht Nr. 6 bis zur Teufe von 286 Meter und der andere durch den Schacht Nr. 11 bis zur Teufe von 241 Meter einfiel.

Der erste Zweig bis zum Tiefsten des Schachtes Nr. 6, d. h., 286 Meter unter Tage angelangt, durchströmte eine regelmässige Strecke von 152 Meter Entwickelung, auf 4,86 Quadratmeter mittleren Durchschnitt und gabelte sich alsdann in zwei andere Ströme.

Der erstere wechselte zuvörderst auf einer regelmässigen Förderstrecke von 106 Lachter Länge und 2,16 Quadratmeter mittlern Durchschnitt, wechselte alsdann vor den Stössen von 95 Meter Streb und vereinigte sich darauf mit dem zweiten Strom, am Ende einer sehr unregelmässigen Strecke von 78 Meter Entwickelung und von 0,81 Quadratmeter mittlerm Durchschnitt, welche er ihrer ganzen Länge nach durchströmte.

Der zweite Strom durchlief von dem Puncte, an welchem die Theilung erfolgte, eine unregelmässige Strecke von 100 Meter Entwickelung und 2,15 Quadratmeter mittlerm Durchschnitt, wechselte vor dem Stosse von 71 Meter Streb und vereinigte sich endlich mit dem erstern, am Ende einer gekrümmten Strecke von 100 Meter Entwickelung auf 0,36 Quadratmeter mittlern Durchschnitt, welche er ihrer ganzen Länge nach durchströmte.

Der auf diese Weise wieder vereinigte erste Zweig strömte durch einen Schacht von 1,150 Meter Durchmesser auf 23 Meter Teufe aus und vereinigte sich bei seinem Ausströmen mit dem zweiten Zweige, welcher von dem Tiefsten des Schachtes Nr. 11 zuvörderst eine unregelmässige Strecke von 187 Meter Entwickelung auf 2,16 Quadratmeter mittlern Durchschnitt und darauf eine Reihe von gekrümmten Strecken von einer ganzen Länge von ohngefähr 320 Meter auf einen mittlern Querschnitt von 0,81 Quadratmeter durchlaufen hatte.

Endlich begaben sich die beiden vereinigten Zweige auf einer regelmässigen Strecke von 370 Meter Länge und von 1,80 Quadratmeter Durchschnitt zu dem am Ende dieser Strecke und im Tiefsten des Schachtes Nr. 5 angebrachten Wetterofen.

Der zweite Strom fiel durch den Schacht Nr. 6 bis zu einer Teufe von 286 Meter ein, wechselte auf eine Förderstrecke von 91 Meter Länge und 2,92 Quadratmeter mittlern Querschnitt, durchströmte eine zweite Strecke von 150 Meter Länge und 2,25 Quadratmeter Querschnitt, wechselte vor dem Stosse von 243 Meter langen Strebbauen und gelangte durch eine enge und krumme, 540 Meter lange Strecke, in 185 Meter Teufe, in den Schacht Nr. 5.

Am 19. Mai 1843, bei einer äussern Lufttemperatur von 15° und bei einem Barometerstande von 0,7572 Meter, entwickelte der Heerd 3,990 Cubikfuss Luft in der Secunde.

Die Temperatur der Grubenwetter, ehe sie zu dem Ofen gelangten, betrug 19° und die Temperatur der Luft bei ihrem Ausströmen aus dem Schachte Nr. 5 25,75°, die Temperaturerhöhung betrug demnach 6,75°.

Nimmt man 0,26 für die specifische Wärme der Luft, und nimmt an, dass die Verbrennung von 1 Kilogramm Steinkohle 7000 Wärmeeinheiten entwickele, so findet man, dass die Wärme der Luft ohngefähr 27 Procent von der ganzen Wärme mitgetheilt, welche durch die Verbrennung der Steinkohle entwickelt worden ist.

Wenige Tage darauf veranlasste der wieder auf dem Schacht Nr. 5 vorgerichtete Ventilator, und nachdem der Wetterofen erloschen war, unter denselben Umständen, denselben Zug hervor, als man ihm eine Geschwindigkeit von 413 Umgängen in der Minute ertheilte. Er sog alsdann 3,990 Cubikmeter Luft von der Temperatur und dem Drucke der äussern Luft an, sowie wir sie vorhin angegeben haben. Der Ueberschuss des Drucks der äussern Luft gegen die von dem Ventilator angesaugte wurde bei einer Temperatur von 18° durch eine 0,013 Meter hohe Säule von destillirtem Wasser gemessen, die einer Luftsäule von 10,669 Meter gleich war: das Gewicht des Cubikfusses mit Wasserdampf gesättigter Luft betrug 1,217 Kilogramm, mit einer Temperatur von 15° und unter einem Drucke von 0,7572 Meter Quecksilber; der durch den Wetterofen und durch den Ventilator hervorgebrachte Nutzeffect betrug $3{,}99 \times 1{,}217 \times 10{,}669 = 51{,}807$ Kilogramm, gehoben in der Secunde auf 1 Meter, welches 0,69 Pferdekräften entspricht.

Die Triebkraft, welche der Welle des Ventilators durch eine kleine Dampfmaschine mitgetheilt wurde, fand Herr Glépin, durch Messung mit dem Prony'schen Zaum = 2,558 Pferdekräften. Es folgt daraus, dass der Nutzeffect des Ventilators 27 Procent von der ganzen Triebkraft betrug.

Nehmen wir an, dass der Kessel der Dampfmaschine auf die Pferdekraft und in der Stunde 5 Kilogramm bester Steinkohle verbrauchte, so betrug der Brennmaterialienverbrauch zur Erlangung eines Wetterwechsels von 3,990 Cubikmeter in der Secunde mit Hülfe des Ventilators, 306,96 Kilogramm in 24 Stunden. Der des Wetterofens betrug, wie wir gesehen haben, 387,75 Kilogramm in derselben Zeit, d. h., fast $\frac{1}{4}$ mehr.

Wenn aber die $\frac{8}{10}$ von der durch die Verbrennung der Steinkohlen in dem Wetterofen entwickelten Wärme benutzt worden wären, wie diess, wie wir weiter oben sahen, in einigen trocknen Schächten der Fall ist, so würde der Wetterofen dieselbe Temperaturerhöhung und folglich denselben Wetterwechsel hervorgebracht haben, indem er nur $387{,}75 \times \frac{27}{80} = 121$ Kilogramm Steinkohlen in 24 Stunden verbrannte, d. h., dass der Verbrauch 57 Procent unter dem des Kessels der den Ventilator treibenden Dampfmaschine betrug.

Nachtheile des hydraulischen Verschlusses von dem Ventilator. Herr Glépin bemerkt, dass die in den Figg. 1 und 2, Taf. 25, dargestellte Einrichtung des Ventilators den Nachtheil darbiete, dass das in dem ringförmigen Gefässe am untern Theile des Apparates, zur Vermeidung des Ansaugens der Luft, befindliche

Wasser den erwarteten Zweck nicht hervorbringe. Obgleich nämlich der Wasserstand weit höher sey, als der, welcher den Ueberschuss des Druckes der äussern Luft gegen die angesogene bewegte misst, dennoch dieses Wasser von der drehenden Bewegung des blechernen Cylinders unter dem Kranze des Ventilators so in Bewegung gesetzt würde, dass es überflösse. Es sey demnach nothwendig, dem ringförmigen Gefässe einen steten Zufluss zu verschaffen, wenn es nicht ganz leer werden solle. Wäre diess der Fall, so würde ein schädliches Ansaugen der atmosphärischen Luft stattfinden; im andern Falle würde das Wasser selbst angesaugt werden, welches ebenfalls eine schädliche Wirkung veranlassen würde.

Doppelter Ventilator zu Sauwartan. Herr Glépin hat daher annehmen zu müssen geglaubt, dass es zweckmässiger sey, den Ventilator um eine horizontale Welle sich drehen zu lassen, auf dieselbe Weise, wie ich es für kleine Ventilatoren, Figur 3 und 4, Taf. 25, eingerichtet habe. Er hat für die Grube von Sauwartan einen auf diese Weise eingerichteten Ventilator erbauet, welcher in den Figg. 2, 3 und 4, Taf. 26, dargestellt worden ist.

Der Schacht *P* ist gänzlich mit einem Gewölbe verschlossen. Zwei Leitungen *c'*, *c'*, von innerm prismatischen Querschnitte, sind über dem Schachte angebracht und stehen mit seinem Innern in Verbindung. Sie sind oben verschlossen, allein in den senkrechten, ebenen und sich gegenüber stehenden Seitenwänden sind zwei kreisförmige Oeffnungen *c*, *c* angebracht, vor welchen die beiden Oeffnungen eines doppelten Ventilators, der sich um eine horizontale Welle dreht, vorhanden sind. Die Flügel sind an einer Scheibe befestigt, die auf der horizontalen Welle sitzt, und zwar nimmt sie die Mitte zwischen beiden Wänden ein, und die Flügel gehen dicht an den Rändern der kreisförmigen Oeffnungen weg. Man hat auf diese Weise zwei aneinander liegende Ventilatoren, welche auf die beiden Canäle wirken. Die eiserne Welle verlängert sich durch die eine Wand, und ist mit den Rollen zur Fortpflanzung der Bewegung mittelst Riemen versehen.

Es hat dieser Ventilator einen äussern Durchmesser von zwei Meter und einen innern an den Flügeln von 1,59 Meter; die Höhe der Flügel in paralleler Richtung mit der Achse beträgt 0,40 Meter; die Anzahl der Flügel 2; der Winkel, unter welchem die Flügel die innere Peripherie durchscheiden, beträgt 4° 37', Fig. 3.

Bei der äussern Temperatur von 18° und unter einem barometrischen Drucke von 0,7429 Meter machte dieser Ventilator ohngefähr 515 Umdrehungen in der Minute und sog ans der Grube 4,97 Cubikmeter Luft in der Secunde aus; der Ueberschuss des Druckes der äussern Luft auf die innere wurde durch eine Wassersäule von 0,046 Meter Höhe gemessen

Bei einer Geschwindigkeit von 479 Umgängen in der Minute sog sie 3,667 Cubikmeter Luft in der Secunde an; der Ueberschuss der äussern Luft über die innere, wurde durch eine Wassersäule von 0,0389 Meter gemessen.

Der schlechte Zustand der den Ventilator bewegenden Dampfmaschine erlaubte es Herrn Glépin nicht, die dem Ventilator mitgetheilte Triebkraft annähernd zu bestimmen. Jedoch ist er der Meinung, dass der Nutzeffect ohngefähr denselben Bruch von der der Welle mitgetheilten Triebkraft bilde, als bei dem Apparate derselben Art auf der Grube Grand Hornu.

Die Erbauungskosten einer solchen Triebkraft und des Ventilators betragen die Summe von 36,600 Franken, wovon der Ventilator nur 1560 Franken kostet. Die jährlichen Betriebskosten belaufen sich auf die Summe von 12,300 Franken.

Die saugende Kolbenmaschine kostet mit der sie bewegenden Dampfmaschine 63,500 Franken, und die jährlichen Betriebskosten belaufen sich auf 13,000 Franken. Es ist demnach der saugende Ventilator der Kolbenmaschine noch vorzuziehen und steht nur den unter den besten Bedingungen angebrachten Wetteröfen nach.

Ventilatoren mit ebenen Flügeln. Man hat in Belgien auch Ventilatoren mit geraden, sowie auch solche mit anders eingerichteten gekrümmten Flügeln. Aus den Beobachtungen des Herrn Glépin folgt jedoch, dass der Nutzeffect aller dieser Apparate unter denen der Ventilatoren mit krummen Flügeln steht, die nach den hier entwickelten Grundsätzen construirt worden sind. Ich werde mich daher nicht bei ihrer Beschreibung aufhalten.

Saugende oder blasende pneumatische Schrauben. Man hat ebenfalls saugende Schrauben construirt, die aus einem massiven Kern bestehen, an welchem ein schneckenförmig laufender Scheider befestigt ist. Dieser Apparat ist in enem Cylinder eingeschlossen, dessen innere Peripherie von den Rändern des schneckenförmigen Scheiders, dem man eine ununterbrochene drehende Bewegung giebt, fast berührt wird. Der Apparat ist von einem Gewölbe oder einer Mauer umschlossen, die einen Schacht bedeckt, und er saugt daher die in der Grube befindlichen Wetter an und läst sie ausströmen, oder, bei umgekehrter drehender Bewegung der Schraube, blässt der Apparat atmosphärische Luft in die Grube. Der Apparat scheint fast denselben Nutzeffect zu geben, wie ein gut eingerichteter Ventilator mit krummen Flügeln, allein, da die Construction weniger einfach, als die der letztern zu seyn scheint, so halten wir uns hier nicht lange dabei auf. Die Fig. 5, Taf 25, stellt die von Herrn Motte in Belgien construirte pneumatische Schraube dar. Die Figg. 6 und 7 stellen die Schraube mit einem stätkern Kerne dar, sowie ich sie vorgeschlagen habe, um das Vorkommen von zwei Luftströmungen in umgekehrter Richtung zu vermeiden, die dann stattfinden, wenn der Kern zu klein ist. Die in Belgien von Herrn Motte construirten Schrauben, welche Herr Glépin untersucht hat, haben einen geringern Nutzeffect gegeben, als der des Ventilators der Grube Grand Hornu, und zwar in dem Verhältnisse von 22 zu 28. Die Schraube hat den Vortheil, nach Belieben als Bläser oder als Sauger angewendet zu werden, was unter gewissen Umständen sehr zweckmässig seyn kann. Es ist hinreichend, die Richtung der drehenden Bewegung des Apparats zu verändern, wenn er atmosphärische Luft in die Grube einblasen soll. Mit den Centrifugalventilatoren ist es anders. Wenn man die Richtung der drehenden Bewegung veränderte, so würden sie ebenfalls noch die Luft durch die Centralöffnung ansaugen, und an der Peripherie ausströmen lassen; nur würden sie sehr mangelhafte Sauger werden. Um sie als Wetterbläser anzuwenden, müsste man sie in das Innere eines Raumes stellen, der in freier Verbindung mit dem Innern des Schachtes stände, dem man Luft zuführen wollte, und ihre Centralöffnung müsste gegen eine kreisförmige Oeffnung gerichtet seyn, welche in der Wand dieses Raumes angebracht wäre, durch welche die in der Atmosphäre geschöpfte Luft einströmte.

Wassertrommeln. Ein Wassergefälle von 3 bis 4 Meter Höhe kann zur Anlage einer Wassertrommel verwendet werden, welche in der Nähe des Einganges aufgestellt wird, in welche die Wetter einfallen und die als blasende Maschine wirkt.

Die Wassertrommel, welche d'Aubuisson auf dem Stollen Becquey der Eisensteinsgrube von Rancié (Arriège) eingerichtet hat, ist in Fig. 16, Taf. 23, abgebildet. Sie besteht aus einem Wasserzuführungscanale *C*, aus einer Wassereinfallröhre *D*, welche oben das Wasser empfängt und auf einem oben verschlossenen, unten durch Wasser abgesperrten Gefässe *E* steht; in diesem befindet sich eine Tafel *e*, auf welche das Wasser fällt und die mit fortgerissene Luft fahren lässt. Die Wetterleitung *F* schliesst sich oben an das Gefäss an und setzt sich in die Grube fort. Der obere Theil der Einfallröhren bietet eine Verengerung *c* dar, deren Durchmesser 0,15 M. beträgt, während dieselbe überhaupt 0,22 M. weit ist; unter der Verengerung befinden sich mehre Saugeöffnungen *d, d* in der Röhre, die Höhe von der Sohle des Canales bis auf die Tafel in dem Gefässe ist 8,61 Met., die Wassermenge 40 bis 50 Liter in der Secunde; die Luftpressung in dem Gefässe beträgt 0,85 Met. Wassersäule mehr, als die Pressung der äussern Luft.

Bei einer grössern Wassertrommel muss die Zahl der Einfallröhren vermehrt werden; die Verengerung derselben muss so hoch, als möglich, liegen und einen so grossen Durchmesser haben, dass das Wasser mit 3 bis 4 Meter Geschwindigkeit in einer Secunde hindurchlaufen kann, welche einem Drucke von 0,45 M. bis 0,80 Meter entspricht; die Durchmesser der Verengerungen und der Röhren müssen sich wie 5:8 verhalten; die Tafel muss 0,5 Met. über dem Boden des unteren Wasserbehälters liegen; die Saugeöffnungen müssen sich unmittelbar unter der Verengerung befinden. Die Wetter werden in dem Stollen Becquey in einer Röhrentour von Weissblech von 0,1 M. Durchmesser auf 400 M. Länge fortgeführt; daher bedurfte man eine so hohe Pressung der Luft in dem Gefässe, um die Reibungswiderstände derselben in der engern Röhre zu überwinden. Um ein ausgedehntes Grubengebäude durch Wassertrommeln mit Wetter zu versorgen, musste die Einrichtung so getroffen werden, um ein grosses Luftquantum bei einer geringen Pressung zu erhalten. Das Gefäss muss alsdann sehr grosse Dimensionen, etwa die Form eines langen Kastens, erhalten, die Einfallröhren werden an dem einen Ende desselben aufgestellt, die Tafel befindet sich gerade darunter und ist nach Vorn geneigt; der Abfluss des Wassers befindet sich rückwärts derselben und über eine Wand, welche 30—35 Centim. über dem untern Rande des eingetauchten Gefässes liegt. Die Verbindung zwischen dem oberen Theile des Kastens und der Grube muss eine ebenso grosse Fläche, als die Strecken der Grube, darbieten, um keine grössere Geschwindigkeit der Luft zu erzeugen, als der Wetterzug bedarf.

Der Nutzeffect der Wassertrommel ist ein sehr geringer Theil der vorhandenen Kraft; derselbe steigt, nach den Beobachtungen von Tardy, Thibaud und d'Aubuisson, nur auf 15 Prouent der verwendeten Kraft. Es ist unbekannt, ob bei Wassertrommeln, wo die Luft nur eine sehr geringe Pressung erlangen soll, der Nutzeffect bedeutend grösser seyn würde, als in den gewöhnlichen Fällen; es ist aber nicht sehr wahrscheinlich. Daher ist es in Beziehung auf den Nutzeffect gewiss vortheilhafter, ein vorhandenes Wassergefälle zum Betriebe eines Wasserrades und durch dieses eines centrifugalen Ventilators, als zu einer Wassertrommel, zu benutzen. Nur wenn das Gefälle und die Wassermenge das Bedürfniss bei Weitem übertrifft, sind die Wassertrommeln vorzuziehen, weil sie leichter und wohlfeiler herzustellen sind und ihr Betrieb gar keine Unterhaltung erfordert.

Bisweilen wendet man in England einen Wasserstrahl nach demselben Principe, wie bei den Wassertrommeln, auf Gruben an, in denen eine

Explosion schlagender Wetter stattgefunden hat, und in deren Schächten man wegen mangelnder Wetter nicht niederkommen kann. Man lässt einen Strahl Wasser von Oben nieder in den Schacht fallen, der die Luft mit hinabreisst, die sich alsdann unten in die Baue vertheilt. Das Wasser muss alsdann ausgepumpt werden. Ebenso, wie dieses Mittel in einzelnen Fällen zur Herstellung eines Wetterzuges angewendet wird, könnte dasselbe auch beständig gebraucht werden, wo ein Stollen vorhanden ist, der den gefallenen Wassern einen freien Abzug gestattet. Es ist in diesem Falle nur erforderlich, zu verhindern, dass die mit dem Wasser herabgeführte Luft nicht durch den Stollen entweiche, sondern gezwungen werde, in die Baue zu ziehen. Ein einfacher Verschlag zwischen dem Stollen und dem Schachte, der bis in's Wasser hinabreicht, genügt dazu. Bei dem geringen Effecte dieses Mittels, wird man selten zu demselben greifen.

Der Harzer Wettersatz. Die Fig. 15, Taf. 23, stellt diejenige saugende Wettermaschine dar, welche schon seit langer Zeit unter dem Namen des Harzer Wettersatzes bekannt gewesen ist. Sie hat eine sehr einfache Construction und erfordert fast gar keine Unterhaltungskosten. Sie besteht im Wesentlichen aus einem Balancier *B*, der in zwei Kreissectoren *S*, *S'* ausläuft, an denen zwei cylindrische oder parallelepipedische Kästen *C*, *C'* aufgehängt sind, Unten sind diese Kästen gänzlich offen und auf ihren Deckeln sind sie mit einer grossen viereckigen Oeffnung versehen, auf welche ein Klappenventil passt, welche sich von Innen nach Aussen zu öffnet. Diese Cylinder oder Kästen sind umgekehrt von andern, grössern Cylindern oder Kästen *D*, *D'* umschlossen, in deren Innern sie sich auf- und niederwärts bewegen können.

Diese Cylinder oder Kästen *D*, *D*, stehen fest, sind oben offen, haben aber einen Boden und enthalten Wasser, in welches die beweglichen Kästen oder Cylinder untertauchen, welche demnach Gasometerglocken gleichen. Durch die Böden der feststehenden Kästen *D*, *D'* gehen weite Röhren *T*, *T'*, welche sich in dem Canale *K* vereinigen, welcher dem Wettersatze die Luft zuführt. Diese Röhren erheben sich über den Wasserstand im Kasten und haben an ihrer obern Oeffnung Klappen, welche sich von Innen nach Aussen öffnen. Wird nun dem Balancier eine abwechselnde Bewegung ertheilt, so werden die beiden beweglichen Kästen abwechselnd gesenkt und erhoben, und es erfolgt aus der Einrichtung der Klappen, dass die aus dem Canale *K* durch die Röhren *T*, *T'* herbeiströmenden Wetter den beweglichen Kasten während seiner Bewegung füllt und in die Atmosphäre ausgeströmt wird, wenn sich dieser Kasten senkt. Das Spiel ist dasselbe, wie das einer doppelten Kolbenmaschine, und das in dem feststehenden Kasten enthaltene Wasser ersetzt hier die Liderung des beweglichen Kolbens, der gegen die Wände eines ausgebohrten Cylinders reibt.

Der einfache Wettersatz besteht aus einem einzigen beweglichen Kasten, mit einem Balancier verbunden, der mit einem Gegengewichte versehen ist, das einem Theile seines Gewichts das Gleichgewicht hält.

Eine ähnliche Maschine von sehr grossen Dimensionen ist auf der Grube Marihaye zu Seraing bei Lüttich nach den Angaben des Herrn de Vaux, Bergwerks-Oberingenieur der Provinz Lüttich, erbaut. Diese Maschine ist auf Taf. 24 *A* abgebildet *).

*) Die Beschreibung und Abbildung dieser Maschine ist aus einer vortrefflichen Abhandlung des Herrn Bergwerks-Ingenieurs, Trasenster, zu Lüttich: „Theoretische und experimentelle Untersuchungen über die Wettermaschi-

Die Wettermaschine besteht aus zwei cylindrischen Glocken von Blech von 3,66 Meter Durchmesser und 2,60 Meter Höhe, die sich in ringförmigen Behältern bewegen, welche aus zwei concentrischen Cylindern, von 3,51 und 3,81 Meter Durchmesser, bestehen.

Jeder innere Cylinder ist oben mit einer blechernen Scheibe geschlossen, welche wie der Boden jeder Glocke mit 16 Oeffnungen versehen ist, die mit Klappen bedeckt sind. Die Glocken sind durch ein Mauerwerk getrennt, auf welchem in horizontaler Lage der Dampfcylinder angebracht worden ist, und sie sind mit den Enden der Kolbenstange mittelst englischer Ketten verbunden, die über Leitrollen gehen.

Zwei an den entgegengesetzten Seiten von der Maschine liegende Wetterschächte werden durch eine Strecke in Verbindung gesetzt, die unter den Glocken durchgeht.

Fig. 1, Taf. 24, *A* ist ein senkrechter Durchschnitt der ganzen Maschine.

Fig. 2, Grundriss einer Glocke.

Fig. 3 und 4, Einrichtung der Gegengewichte der Klappen.

A, Dampfcylinder.

B, Dampfvertheilungskasten. Der Schieber wird durch einen Hebel bewegt, der bei jedem beendigten Kolbenzuge durch Bolzen, die an einer Stange *B' B'* sitzen, gestossen wird. Diese Steuerungsstange ist mit den Kolbenleitungen verbunden. *C*, blecherne Glocken, die in das Wasser in dem ringförmigen Raume der Tonnen untertauchen. *D*, Röhre, welche Dampf aus dem Cylinder in den Behälter *R* führt. *H*, kleiner Balancier, mit welchem die Kaltwasserpumpe *P* und die Speisepumpe *P'* verbunden sind.

Die Triebkraft der zu Marihaye angewendeten Maschine beträgt 7,07 Pferdekräfte, der Nutzeffect 3,71 Pferdekräfte, folglich 52 Procent; derselbe ist demnach höher, als bei den übrigen betrachteten Wettermaschinen.

Nach Herrn Glépin betrug am 9. März 1843 das von den Glocken angesogene Luftvolum 5,428 Cubikmeter in der Secunde.

Die Anlagekosten des Wettersaugers zu Marihaye betrugen ohne die der Dampfmaschine etwa 4900 Franken.

Anwendung des Wasserdampfes zur Ventilation. Die directe Benuzzung des Wasserdampfes zur Ventilation ist auf verschiedene Weise versucht worden. Man hat den Wasserdampf durch eine Röhre bis in die Tiefe des Schachtes geleitet und daselbst ausströmen lassen. Andere haben einen Dampfstrahl in den Schlot der am Tage befindlichen Wetteröfen geführt. Dieser Versuch ist unter andern in dem Schachte Nr. 6 von Grand Hornu ausgeführt und damit nur eine Steigerung des Nutzeffectes von 0,3 Proc. erzielt. Durch die Erzeugung des Wasserdampfes entwickelte man eine Kraft von 4,56 Pferdekräften, von welcher aber nur 0,058 einer Pferdekraft zur Wirkung kommen.

Im Allgemeinen kommt bei der directen Anwendung des Wasserdampfes nur ein sehr geringer Theil der erzeugten Kraft zur Nutzung, und es ist viel besser, dieselbe, mit Hülfe von Dampfmaschinen, auf indirectem Wege wirken zu lassen.

Vertheilung und Fortleitung der Wetter in den Grubenbauen. Das Luftquantum, welches in eine Grube geführt werden muss, um die Luft derselben ge-

nen in der Gruben-, Berg- und Hüttenmänn. Ztg. 1844, Ergänzungsheft S. 26 etc., entlehnt. Diese Abhandlung ist von grösster Wichtigkeit, konnte hier aber nur wenig benutzt werden; wir müssen jedoch auf das Angelegentlichste darauf verweisen. Hartmann.

sund zu erhalten, ist weder der Ausdehnung des Grubenbaues noch der Anzahl der darin beschäftigten Arbeiter proportional, sondern abhängig von der Entwickelung schädlicher Gasarten; es lässt sich daher durchaus nicht das erforderliche Luftquantum im Voraus bestimmen. Der Zustand der Wetter in den Grubenbauen bietet das einzige Anhalten, und das einzuführende Luftquantum muss so weit vermehrt werden können, bis dass die Luft in den Grubenbauen gesund ist.

Im Allgemeinen besteht ein Grubengebäude aus vielen, auf der Lagerstätte getriebenen Strecken, während nur wenige Schächte oder Stollen mit der Tagesoberfläche in Verbindung stehen. Es müssen daher Einrichtungen getroffen werden, damit sich die Luft in allen gangbaren Strecken mit genügender Geschwindigkeit erneuere, so dass in keiner Strecke der Luftstrom zu stark wird, während derselbe in andern zu geringe ist. Um die Luft durch alle Strecken zu leiten, hat man sich vielfach des Mittels bedient, sämmtliche Baue durch Verschläge und Wetterthüren in eine einzige Leitung zu verwandeln, welche an dem einen Ende mit dem einfallenden, am andern mit dem ausziehenden Schachte in Verbindung steht und auf diese Weise sehr lang und winklich wurde. Die Baue entfernten sich dabei immer mehr von den beiden nahe zusammenliegenden Schächten; die abgebauten Theile in der Nähe der Schächte wurden durch Verschläge ganz von dem Wetterzuge abgesperrt.

Fig. 1, Taf. 27, zeigt ein Beispiel dieser Verhältnisse. Die Wetter fallen durch den Richtschacht *A* ein, wechseln auf den vielen Strecken, indem sie den durch die Pfeile angegebenen Weg verfolgen, und ziehen durch den Schacht *B* wieder zu Tage aus. Die schraffirten Theile der Figur bezeichnen das abgebaute Feld, welches durch feste Scheider von dem übrigen Felde getrennt ist, und in dem weder ein Wetterwechsel, noch eine Fahrung stattfindet. Die Abbaue sind hier die Oerter der Abbaustrecken, die sich immer weiter von den Schächten *A* und *B* entfernen; in der Nähe der Schächte nimmt daher das abgebaute Feld täglich zu. Man sieht in a, a', a'', wie die Wetterführung vor den Abbauörtern bewirkt wird.

Diese Methode wurde früher auf den Steinkohlengruben in Nordengland ganz allgemein angewendet, welche anfänglich nur Streckenbetrieb hatten, bei dem die Pfeiler stehen bleiben, welche späterhin mit Schwierigkeiten gewonnen wurden, oder theilweise verloren gingen.

D i e s e M e t h o d e i s t f e h l e r h a f t in Bezug auf Gewinnung und auf Wetterwechsel. Bei dem Wetterwechsel war es besonders nachtheilig, dass sich der von der Luft zu durchlaufende Weg in Verhältniss der sämmtlichen, in Betrieb stehenden Oerter verlängerte, dass die Luft in die letzten Theile dieses Weges schon sehr mit schädlichen Gasen gemengt anlangte; dass die verlassenen Arbeiten in der Mitte zwischen den gangbaren Bauen zu einem grossen Reservoir schädlicher Gasarten würden, wie des kohlensauren Gases, oder des Kohlenwasserstoffgases, welche öfters ganz plötzlich daraus in die gangbaren Grubenbaue hervortreten.

Der erste Fehler ist leicht durch Theilung des Luftstromes in mehrere unabhängige Zweige zu vermeiden. Wenn nur zwei Schächte vorhanden sind, so wird der einfallende Luftstrom in der Nähe des Schachtes in zwei oder mehre Zweige für besondere und durch Verschläge und Wetterthüren ganz abgesonderte Felder getheilt, welche sich erst wieder in der Nähe des ausziehenden Schachtes oder in demselben vereinigen. Diese Theilung des Wetterzuges findet jetzt in allen gut eingerichteten Gruben statt.

Nimmt man an, dass die gesammten Grubenbaue in vier Felder getheilt seyen, welche eine gleiche Lage zu den Schächten, gleich lange und weite Strecken haben, so ist klar, dass der Hauptwetterzug sich in vier ganz gleiche Zweige theilen wird, und dass die Geschwindigkeit der Luftströmung in den vier Feldern gleich seyn wird. Nennt man die Länge der Strecken in einer Abtheilung L, die Querschnittsfläche A, den Umfang P: so ist das Verhältniss der Luftbewegung offenbar so, als wenn dieselbe in einer Strecke von L Länge, einem Querschnitt von $4A$ und einem Umfange von $4P$ bewegt würde. Wenn das ganze einfallende Luftquantum Q ist, so kommt auf jede Abtheilung $\frac{Q}{4}$ und die Geschwindigkeit der Luft ist in jeder Strecke $\frac{Q}{4A}$. Derjenige Theil der bewegenden Höhen, welcher durch die Reibung der Luft in den Strecken vernichtet wird, kann daher durch den Ausdruck $\frac{B}{g}\,\frac{4PL}{4A} \times \frac{Q^2}{16A^2}$ dargestellt werden, und derjenige Theil, den die Verengerungen oder Winkel in den Strecken vernichten, durch $\frac{Q^2}{16}$ multiplicirt mit einem Coefficienten, der von der Zahl und der Beschaffenheit dieser Hindernisse abhängig ist.

Wenn die Abtheilung in 4 Felder nun nicht bestände und die Luft ungetheilt durch alle Grubenbaue geleitet würde, so muss ihr Weg mindestens $4L$ seyn; die Querschnittsfläche der Strecken bleibt A, ihr Umfang P, so ist die Geschwindigkeit der Luft $\frac{Q}{A}$ und der durch die Reibung vernichtete Theil der bewegenden Höhe $\frac{B}{g}\,\frac{P4L}{4A} \times \frac{Q^2}{16A^2}$, und derjenige, welcher auf die Verengerungen fällt, $4Q^3$ multiplicirt mit demselben Coefficienten, der für eine Abtheilung gilt. Es ist also in diesem Falle der durch die Reibung und die Verengerungen absorbirte Theil der bewegenden Höhe 64 (oder 4^2) mal so gross, als in dem Falle, wenn die Luft getrennt in 4 Felder geleitet wird. Die Kraft, welche die Luftbewegung hervorbringt, ist proportional den Producten der Luftmasse und der bewegenden Höhe; für den Theil des Weges des Luftstromes, welcher zwischen den Spaltungspuncten liegt, ist daher diese Kraft 64 mal so gross, wenn der ganze Luftstrom den ganzen Weg durchläuft, als wenn $\frac{1}{4}$ des Luftstromes den vierten Theil des Weges zurücklegt. Liegen nun die Spaltungspuncte sehr nahe an den Schächten, so kommen die Widerstände der Luft in diesen gar nicht in Betracht gegen diejenigen, welche sie in den übrigen Bauen erleiden, so dass auch in der Wirklichkeit der Einfluss der Trennung der Grubenbaue in mehrere Felder so bedeutend wird, als ihn die vorstehenden Betrachtungen ergeben.

Ja, er wird sogar noch grösser seyn, wenn die künstlichen Mittel zur Erzeugung des Luftstromes in demselben Sinne wirken, als die natürlichen Ursachen. Die Wirkung dieser letztern besteht darin, einen Theil der bewegenden Höhe hervorzubringen, und dieser Theil bleibt gleich, welche Ausdehnung die Grubenbaue besitzen, wenn sie nur die Luft bis zu einer beständigen Temperatur erwärmt, die auch auf einem weiteren Wege nicht weiter erhöht werden kann. Derjenige Theil der bewegenden Höhe, welcher durch künstliche Mittel hervorgebracht werden muss, wird daher um eine gleiche Menge vermindert, der Luftstrom mag in mehrere Zweige getrennt werden, oder nicht. Wenn daher etwa die natürlichen Ursachen die Hälfte der bewegenden Höhen

im Falle der Theilung des Luftstromes erzeugen, so wird die ausserdem erforderliche Kraft zur Hervorbringung des Luftstromes gleich seyn dem Producte des Gewichtes der Luft, multiplicirt mit der Hälfte der ganzen bewegenden Höhe. Wenn die Theilung nicht stattfindet, so wird die bewegende Höhe, welche derselben Luftmasse entspricht, 64 mal grösser seyn, und da die natürlichen Ursachen immer nur denselben Antheil der früher bewegenden Höhe ersetzen, so wird die erforderliche Kraft nicht blos 64 mal, sondern sogar 127 (2 × 64 — 1) mal grösser seyn müssen, als sie in dem Falle der Theilung des Luftstromes war.

Die Trennung des Luftstromes bietet aber noch andere wichtige Vortheile dar. Es kommt der Fall vor, dass einzelne Theile einer Grube in bei Weitem höheren Maasse schädliche Gase liefern, als andere, und es ist daher sehr wichtig, die Luft, welche aus denselben kommt, unmittelbar dem ausziehenden Schachte zuzuführen, ohne sie noch durch andere Grubenbaue zu leiten; so dürfen schlagende, explosionsfähige Wetter dem Wetterofen nicht zugeführt werden, sie müssen in solcher Höhe in den Schacht münden, dass sie nicht einmal von den Funken erreicht werden können. Wenn in einer Grube, in der sich schädliche Gase entwickeln, oder die eine sehr grosse Ausdehnung besitzt, der Wetterzug ungetheilt durch alle Baue geführt werden sollte, so müsste er eine ausserordentliche Geschwindigkeit besitzen. Die angemessenste Geschwindigkeit ist 0,6 M. in der Secunde, welche bei regelmässig geführten Strecken genügt, um die uneinathmenbaren Gasarten fortzuführen. Eine Geschwindigkeit von 1 M. in der Secunde ist schon hinderlich, und wenn sie darüber hinausgeht, löschten die Lichte bisweilen aus; ja sie ist bei schlagendem Wetter höchst gefährlich, weil nach den Beobachtungen des Dr. Gurney eine Geschwindigkeit von 300 Fuss engl. in der Minute oder 1,5 Met. in der Secunde hinreicht, um die Flamme durch das Drahtgeflecht der Sicherheitslampen zu treiben und Explosionen herbeizuführen.

Die Theilung des Luftstromes ist daher ein Hauptgrundsatz bei der guten Wetterversorgung ausgedehnter Gruben, wie auch übrigens der Bau eingerichtet seyn mag; sie muss aber auch zweckmässig getroffen werden, damit nicht ein Theil der Baue einen zu starken Zug erhalte, während er dem andern fehlt.

Wetterthüren. Die einzelnen Felder einer Grube bieten niemals eine gleiche Ausdehnung der Strecken dar; und sind überhaupt nicht gleich wenn daher nicht besondere Veranstaltungen getroffen werden, so vertheilt sich die Luft sehr ungleich in denselben: der grösste Theil würde durch die am Wenigsten ausgedehnten Felder hindurchziehen, wo die Strecken am Weitesten sind, während die ausgedehnteren Felder, welche die meiste Luft empfangen sollten, gerade am Wenigsten erhalten würden. Dieses System würde das allerschlechteste seyn. Um eine angemessene Luftvertheilung zu erhalten, genügt eine Wetterthüre mit einem beweglichen Schieber am Eingange jedes abgesonderten Feldes; alsdann lassen sich die Schieberöffnungen so reguliren, dass jedes Feld das entsprechende Luftquantum erhält. Die Grösse dieser Oeffnungen wird sehr verschieden seyn können; eine einzelne Strecke erhält schon durch die Fugen einer geschlossenen Thüre hinreichend Luft, während die Thür ganz geöffnet seyn muss, um die Luft nach einem entfernten und weitläufigen Felde zu leiten. In den meisten Fällen macht man von diesen Schiebern keinen Gebrauch, sondern wendet nur gewöhnliche, leicht schliessende Wetterthüren an, von denen man auch wohl ein Bret fortnimmt (*Sbeth doors* und *Sham doors*). Diesen letzteren scheint jedoch eine Thür

mit Schieber vorzuziehen zu seyn, nur ist es erforderlich, Mittel anzuwenden, um die willkürliche Veränderung der Schieber zu verhindern.

Die Felder werden durch Pfeiler, durch Mauern oder Dämme abgesondert, aber wegen der Fahrung und Förderung müssen Verbindungen zwischen denselben erhalten werden; um diese aber für die Wetter zu verschliessen, versieht man sie mit ganz dichten Wetterthüren (*main doors*). Jedenfalls sind zwei, in einiger Entfernung voneinander nothwendig, damit eine geschlossen ist, während die andere geöffnet wird; da, wo die Oeffnung einer Wetterthür gefährlich ist, legt man 3 hintereinander an, damit bei'm Durchgange immer zwei verschlossen bleiben. In Strecken, wo eine starke Förderung umgeht, wird ein Junge bei jeder Wetterthür angestellt, der dieselbe öffnen und schliessen muss.

Die verlassenen Theile des Grubenbaues werden durch Pfeiler, Mauern, Erddämme von den gangbaren Bauen abgesondert; bisweilen erhält man Zugänge zu denselben offen, welche aber nicht grösser, als durchaus nothwendig, seyn dürfen und mit einer sehr dichten Wetterthüre mit einem Schlosse versehen seyn müssen, zu dem nur der Director den Schlüssel in Händen hat.

Die Art der Vertheilung der Luft in den Grubenbauen hängt natürlich von der Betriebsmethode, der Form der Strecken und der Lage der Lagerstätten ab; als Beispiel können dabei die Steinkohlengruben von Nordengland dienen, weil hier die Schwierigkeiten grösser, als sonst wo, sind, und es bleibt, die besondern Abänderungen, welche ein anderes Bausystem nothwendig macht, anzugeben. Bei demjenigen, früherhin allgemein üblichen, Bausysteme, Fig. 1, Taf. 27, welches darin besteht, dass Strecken nach zwei, sich rechtwinklich schneidenden Richtungen getrieben und die Pfeiler dazwischen erhalten werden, ist es leicht, die Wetterführung, welche früherhin die sämmtlichen Baue ungetheilt durchzog, dem bessern Systeme, Fig. 2, Taf. 27, anzupassen und sie in zwei oder mehrere Abtheilungen zu bringen; eine besondere Wetterführung für den Wetterofen einzurichten, so dass entweder dazu Luft verwendet wird, die bereits eine Abtheilung durchzogen hat, oder auch solche, die erst unmittelbar eingefallen und noch ganz frisch ist. Es hat hierbei gar keine Schwierigkeiten, die Anzahl dieser Abtheilungen für den Wetterzug zu vermehren, wenn die Grubenbaue sich ausdehnen und selbst Veränderungen in der Richtung des Wetterzuges vorzunehmen. Sobald zu dem Abbaue der Pfeiler zwischen den Strecken übergegangen wird, entstehen Brüche im Hangenden, welche eine regelmässige Wetterführung in dem abgebauten Felde nicht möglich machen und daher auch die Wetterversorgung der damit in Verbindung stehenden Abbaupuncte sehr erschweren. Der Abbau rückt von den Grenzen nach den Schächten hin, und wenn er in einzelnen Abschnitten beendet ist, so werden dieselben so gut, als möglich, von den übrigen Bauen abgesperrt. Die Wetter, welche in den benachbarten Bauen gebraucht werden, sind gewöhnlich am Meisten mit schädlichen Gasarten beladen und müssen daher auf dem nächsten Wege dem ausziehenden Schachte zugeführt werden. Noch leichter ist es, die Wetter zu theilen, wenn der Bau schon an sich selbst in einzelnen, durch starke und ganz geschlossene Pfeiler getrennten Feldern (*pannalwork*) geführt wird. Bei diesem kann man mehrere Felder ebensowohl mit demselben Wetterzuge versorgen, als einen besondern Zweig des Wetterzuges für jedes einzelne Feld bestimmen, auch leicht Veränderungen damit vornehmen, jenachdem es der Zustand der Entwickelung schlagender oder überhaupt schädlicher Gasarten in jeder Feldesabtheilung nothwendig macht. Dabei können die

Wetter gleichzeitig durch 2 oder 3 Strecken nach einer Richtung ziehen; sie können die ganze Länge der Strecke durchziehen oder vorzugsweise auf die Oerter geleitet werden, wenn von diesen besonders Gasentwickelungen stattfinden, um ihren Weg abzukürzen, während die übrigen Streckenlängen nur mit einem schwächern Wetterzuge so weit versehen werden, als sie zur Förderung und Fahrung benutzt werden. Bei dieser Einrichtung ist es möglich, besonders bei Unglücksfällen einzelne Felder ganz absperren zu können. Die starken Sicherheitspfeiler, welche die Feldesabtheilungen umgeben, sind übrigens nicht ganz verloren, sondern sie werden zuletzt angegriffen, wenn die Pfeiler innerhalb dieser Abtheilungen abgebauet werden. Die Lage des einfallenden und ausziehenden Schachtes stört dieses System nicht; wenn beide Schächte voneinander entfernt liegen, so wird es gewöhnlich möglich seyn, den Wetterzug kürzer einzurichten, als wenn beide nahe zusammen liegen. Endlich können auch mehrere Schächte zum Ausziehen der Wetter benutzt werden, während sie in einen Schacht einfallen und aus einem Schachte ausziehen. Im Anfange des Baues ist es oft nothwendig, die Wetterführung mit einem Schachte zu bewirken, wenn man nicht zwei Schächte nahe beieinander abteufen will; dieser eine Schacht muss mit einem wetterdichten Verschlage versehen seyn; auch die einzelnen Strecken müssen mit Verschlägen in zwei Abtheilungen getheilt werden, damit die Wetter dicht vor Ort vorbeiziehen müssen. Verschläge dieser Art, welche auf längere Zeit dienen sollen, werden von Ziegeln gemauert; solche die nur auf kurze Längen gebraucht werden und dann fortrücken, macht man aus Bretern, die an Stempeln angenagelt werden. Diese Art der Wetterführung ist auf alle Gruben anwendbar, wo Strecken getrieben werden, zwischen denen Pfeiler stehen bleiben.

Beispiele verschiedener Arten von Wetterführung in den Gruben. Wir wollen nun mit Hülfe von Abbildungen die verschiedenen Arten der Wetterführung, die, wie schon bemerkt, von der Abbaumethode abhängt, zu verdeutlichen suchen. Figur 1, Taf. 27, zeigt das in Nordengland ehemals gebräuchliche Abbausystem und die damit verbundene Wetterführung. *P*, *P'*, *P''* stellen die Hauptwetterthüren dar, welche den Wetterwechsel vor den Ortstössen veranlassen, ehe die Wetter durch den Schacht *B* zu Tage ausziehen. Der Strom ist hier nicht getheilt. Es sind folglich keine Thüren zur Regulirung der Wetter vorhanden. Der Wetterofen ist seitwärts von der Hauptstrecke angebracht, welche die Schächte *A* und *B* unmittelbar verbindet, damit der letztere zur Förderung der Kohlen benutzt werden könne. Endlich sind auch sehr viele Dämme oder Scheider und Thüren angebracht, welche die alten Baue in der Mitte von den jetzt im Betriebe stehenden an der Peripherie isoliren.

Die Fig. 2, Taf. 27, stellt die jetzt gebräuchliche Abbaumethode vor, welche jetzt die vorhergehende ersetzt. Die durch den Schacht *A* einfallenden Wetter theilen sich in zwei Hauptzweige, von denen der eine die Strecke *G*, und der andere die Strecke *G'* verfolgt. Beide Zweige bleiben während ihres ganzen Wechsels in der Grube voneinander getrennt und vereinigen sich erst wieder, indem sie durch den Schacht *B* ausziehen. Der erste Zweig langt am untern Theile der Strecke *G* an, strömt aufwärts und theilt sich in zwei Zweige durch die parallelen Strecken *I*, *I'*, indem er vor den Stössen der verlassenen und ihrer Pfeiler beraubten Baue *C*, welche mit Schraffirung bezeichnet sind, vorüberströmt. Der Wechsel dieses Zweiges ist mit dem Zeichen ⟴ bezeichnet. Dieser Zweig bleibt in zwei bis in die Nähe des Schachtes *B* getheilt,

zu welchem er durch eine besondere Strecke *D* gelangt, die in einer höhern oder niedrigern Sohle, als der Wetterofen liegt.

Der andere Hauptzweig, welcher zuvörderst auf der Strecke *G* wechselt, theilt sich, wie die erste, zwischen zwei parallelen Strecken; ihr Wechsel ist mit einfachen Pfeilen bezeichnet. Ein Theil der Luft unterhält die Verbrennung des Wetterofens *F*, und der übrige Theil strömt unmittelbar zum Schachte *B*. Eine mit einem Schieber versehene Thür kann zur Regulirung der zum Heerde strömenden Luftmenge dienen.

Unabhängig von diesen beiden Hauptzweigen der Wetter geht ein Strahl durch die doppelte Thür *PP*, der hinreiched ist, einen Wetterwechsel auf der Strecke *M*, welche die Schächte *A* und *B* unmittelbar miteinander verbindet, zu unterhalten. Die auf der Figur angegebenen Wetterthüren sind alle Hauptthüren, luftdicht verschlossen, mit Ausnahme der doppelten Thür *PP* und der Thür *p*, die von dem ersten Hauptzweige eine geringe Wettermenge ableitet, um das Ort der Strecke *N* mit Wettern zu versehen.

Das Abbausystem ist aus dem vorhin und aus dem im vorigen Kapitel Gesagten hinlänglich deutlich. Wäre man nicht hinlänglich überzeugt, dass der zweite Hauptzweig der Wetter niemals explodirend werden könnte, so müsste man ihn, wie den ersten, mittelst des Canals *D*, oder durch irgend einen ähnlichen, dem Schachte *B* zuführen , und die Verbrennung des Heerdes würde man durch einen Wetterstrom unterhalten, welcher durch die doppelte Thür *PP* geströmt und nur unter der einzigen Strecke *M* weggegangen seyn würde. Man wird leicht einsehen, dass man ein solches Resultat erlangen muss, wenn man eine einfache Wetterthür anbringt. So wird es, z. B., hinreichend seyn, eine in *a'*, nach der punctirten Linie, anzubringen, damit sich die beiden Zweige in dem Canale *D* vereinigen.

Man könnte auch durch einfache Versetzungen der Thüren die Wetter des zweiten Hauptzweiges in den Strecken wechseln lassen, in denen der erste Hauptzweig wechselt, und umgekehrt. Endlich könnte man mittelst Regulirungsthüren das Luftvolum bestimmen, welches in jeden Zweig eintritt, damit die beiden Streckengruppen hinlängliche Wetter zugeführt erhielten. Die Fig. 1, Taf. 28, stellt das Ganze der Baue einer sehr ausgedehnten Grube dar, die in Felder eingetheilt ist. *A* ist der Schacht, durch welchen die Wetter einfallen; *B* der Schacht, durch welchen sie ausziehen, und auf dessen Sohle daher ein Wetterofen *F* angebracht ist; *G G'* eine grosse Strecke, die zur Förderung dient, und mittelst welcher die frischen Wetter zu allen Bauen gelangen. Die Felder 1, 2 u. 3, rechts von der Strecke, erhalten durch einen Hauptzweig des ganzen Luftstroms ihre Wetter. Dieser Zweig gelangt bis nach *G'*, wechselt alsdann in dem Felde Nr. 1, wo er durch zwei parallele Strecken getheilt wird, sowie man es durch die Pfeile ersieht, die den Wetterzug andeuten, und auch durch die Thüren, welche sie nöthigen, das Ganze der Strecken zu durchströmen. Nachdem die Wetter in dem Felde 1 gewechselt haben, gelangen sie in das Feld 2, indem sie durch die Strecke *g g'* strömten. Sie wechseln in diesem zweiten Felde, wie in dem ersten und gehen darauf zu dem dritten über, worauf sie durch den Wetterofen *F* strömt, durch den Schacht *B* ausströmt. Man nimmt an, dass sich in den Feldern 1, 2 und 3 keine schlagenden Wetter entwickeln, so dass dieser Zweig des Wetterstroms nicht explodirend werden könne. Die Felder 4, 5 und 6, die links von der Strecke *G G'* und der erstern gegenüber liegen, erhalten, ein jedes für sich, durch drei Zweige von dem allgemeinen Strome, der auf der Strecke *G G'*

herbeikommt, ihre Wetter zugeführt; man nimmt an, dass sich in diesen Feldern schlagende Wetter entwickeln, und aus diesem Grunde werden die Wetter aus jedem einzelnen Felde unmittelbar dem Schachte *B* zugeführt, ohne sie vorher in den beiden andern wechseln zu lassen. Demnach trennt sich der in dem vierten Felde wechselnde Wetterstrom von dem allgemeinen am Ende *G'* der Strecke *GG'*; er wird durch die Thür *p* genöthigt, auf den Strecken dieser Gruppe zu circuliren, wo er sich in drei andere parallele Strecken vertheilt. Er kehrt darauf zu der Strecke *KK'* zurück und strömt unmittelbar zu dem Schachte *B*, indem er diese Strecke und eine besondere Strasse verfolgt, ohne durch den Ofen *F* zu strömen.

Die in dem Felde 5 wechselnden Wetter werden an dem Puncte *C*, mittelst einer Strecke *CC'*, welche querschlägig zu der Strecke *KK'* ist, von dem Hauptstrome getrennt. Der Querschlag dient auch zum Zurückströmen der Wetter, ohne dass irgend eine Unterbrechung stattfindet, da sie unter oder über der Strecke *KK'* getrieben worden ist. Die Wetter wechseln, wie in dem vierten Felde, und vereinigen sich alsdann mit denen von diesem letztern herkommenden auf der Strecke *KK'*. Das sechste Feld erhält seine Wetter ebenfalls durch einen besondern Zweig von dem Hauptzweige und zwar am Puncte C_I, mittelst der Strecke $C_I\,C_I'$, welche ebenfalls in einer andern Sohle, als die Strecke *KK'*, getrieben worden sind, um diese nicht zu unterbrechen. Dieser Zweig vereinigt sich mit dem vorhergehenden, um zu dem Schachte *B* zurückzuströmen.

Es ist nicht nöthig, zu bemerken, dass Regulirungsthüren angebracht, und ihre Oeffnungen so regulirt werden müssen, um ein zweckmässiges Verhältniss zwischen dem Luftvolum eines jeden Zweiges festzustellen, welches nur durch die Erfahrung und durch Versuche geschehen kann. Die übrigen Thüren sind Hauptthüren, von denen die eine stets geschlossen bleiben kann, während die übrigen für die Bedürfnisse der innern Circulation sich öffnen müssen: letztere sind stets doppelt, welches auf der Figur nicht angegeben ist.

Man wird bemerken, dass die Eintheilung in Abbaugruppen oder Abbaufelder den grossen Vortheil darbietet, ein solches Feld bei Unfällen von den übrigen gänzlich isoliren zu können. Die starken Pfeiler, welche die verschiedenen Felder voneinander trennen, sind übrigens durchaus nicht für immer verloren; man bauet sie ab, sobald man zum Rauben der Pfeiler schreitet, wobei man mit dem vom Schachte am Entferntesten liegenden Felde beginnt.

Es ist auch wesentlich, zu bemerken, dass es durchaus nicht nothwendig ist, dass die Schächte zum Einfallen und zum Ausziehen der Wetter nebeneinander liegen. So ist es klar, dass, wenn der Schacht *A* am andern Ende der Baue in der Nähe des Endes *G'* der Strecke *GG''*, und der Schacht *B* da bliebe, wo er ist, die durch den Schacht *A* eingefallenen Wetter ganz ebenso in den Bauen wechseln würden, ohne dass man nur irgend eine von den angegebenen Thüren zu versetzen brauchte. Der Weg, den die Wetter zu nehmen haben, würde selbst in diesem Falle abgekürzt werden, sobald die Länge der Strecke *GG'* dieselbe bliebe.

Endlich können auch mehrere Schächte miteinander verbunden, und der Wetterwechsel kann so geführt werden, dass die durch einen von ihnen eingefallenen Wetter durch zwei oder mehrere verschiedene Schächte ausziehen, sowie auch die durch zwei oder mehrere Schächte eingefallenen Wetter sich bei'm Ausziehen in einem einzigen

Schachte vereinigen können. Diese verschiedenen Verbindungen, die wir hier nur erwähnen können, werden täglich bei'm Bergbaue ausgeführt.

Die Fig. 2, Taf. 28, zeigt, wie man von dem Tiefsten eines einzigen Schachtes *P* aus eine geringe Anzahl von Strecken treiben kann. Der Schacht muss dann durch einen luftdichten Scheider von Holz oder Mauerwerk, der vom Tage ab bis zum Tiefsten reicht, in zwei Abtheilungen getheilt werden. Die Wetter fallen durch eine von diesen Abtheilungen ein und ziehen durch die andere aus. Sie werden, wenn es erforderlich ist, genöthigt, bis vor Ort der Strecken zu circuliren, und zwar geschieht dies durch senkrechte Scheider von Holz oder von Ziegelsteinen, welche bei dem Betriebe der Strecken stets bis dicht vor das Streckenort nachgeführt werden. Die Ziegelstein-Scheider auf dem breitesten Strecken sind durch Schraffirungen angedeutet. Die Figur bedarf übrigens keiner Erläuterung.

Die Fig. 3 derselben Tafel zeigt die Scheider, welche die Wetter nöthigen, bis dicht vor die Ortstösse der im Betriebe stehenden Strecken zu wechseln, wenn sich dort soviel schlechte Wetter entwickeln, dass sie von dem Wetterwechsel auf den benachbarten Strecken nicht gehörig hinweggeführt werden können. Diese Scheider, welche nur temporär sind, bestehen aus Bretern, die an senkrechten Stempeln befestigt worden sind. Da, wo Arbeiter und Förderwagen durchgehen müssen, bringt man Thüren an. Es lassen sich diese Scheider sehr leicht wegnehmen, um sie anderwärts hin transportiren zu können, sobald das Ort der Strecke, auf welcher sie aufgestellt sind, mit andern Strecken durchschlägig ist.

Auf den Gruben in Mons und Valenciennes wird Strebbau mit ziemlich breiten oder hohen Ecken geführt, auch hier bietet die Vertheilung der Wetter keine Schwierigkeiten dar; der Hauptwetterzug wird in so viele Zweige getheilt, als einzelne Flügel vorhanden sind; diese einzelnen Wetterzüge gelangen durch die Förderstrecke zu dem Streb, ziehen an dem Strebstosse entlang und werden durch besondere Wetterstrecken (*maillage, troussage*) wieder zurückgeführt, welche sich nach und nach vereinigen und in den ausziehenden Schacht münden. Wenn die einzelnen Strebstösse nicht ausgedehnt sind, sich vor denselben keine schädlichen Gase entwickeln, so können die Wetter ungetheilt vor mehren vorbeigeführt werden. Die Wetterthüren und der Wetterzug sind auf der Fig. 5, Taf. 20 und 3 und 4 bis, Taf. 21, angegeben worden, auf die man nur einen Blick zu werfen braucht, um sich über den Wetterzug zu belehren.

V o r s i c h t s m a a s s r e g e l n i n G r u b e n, i n d e n e n s i c h b r e n n b a r e G a s e e n t w i c k e l n. — Die Gruben, in denen sich Kohlenwasserstoffgas entwickelt, sind offenbar diejenigen, wo der Wetterzug am Stärksten und Regelmässigsten seyn muss, weil, wenn derselbe unzureichend ist, das Leben aller Arbeiter plötzlich in Gefahr kommen kann; in solche Gruben muss nicht allein eine genügende Menge von Gas vertrieben, sondern es muss auch dafür gesorgt werden, dass sich das Gas nicht irgendwo ansammeln und explodiren kann.

Die Erfahrung hat leider bewiesen, dass der ausschliessliche Gebrauch der D a v y schen Sicherheitslampe nicht gegen alle Gefahren schützt, wenn der Zustand der Grubenwetter häufig oder immer ein explodirender ist. Zur Verminderung dieser Gefahren ist es nothwendig: 1) sich die Mittel vorzubehalten, um den Wetterzug sogleich über die gewöhnlichen Grenzen hinaus verstärken zu können; 2) dem Wetterzuge eine solche Richtuug zu geben, dass das geringe specifische Gewicht des Kohlenwasserstoff-

gases denselben befördert; 3) Unregelmässigkeiten in den Strecken, zu häufige Winkel und besonders Brüche in den Firsten zu vermeiden, weil sich das Kohlenwasserstoffgas darin ansammelt; 4) dem Wetterzuge eine angemessene Geschwindigkeit zu ertheilen, um die Vertheilung der schädlichen Gase zu bewirken, ohne jedoch dieselbe über 1 M. in der Secunde steigen zu lassen, weil eine solche Geschwindigkeit hindert und die Flamme durch das Drahtgeflecht der Sicherheitslampe treibt.

Der ersten Bedingung wird dadurch Genüge geleistet, dass die Wetteröfen oder Wettermaschinen mehr als hinreichend sind, um den gewöhnlichen Wetterzug zu bewirken; der zweiten, indem der Wetterzug in den geneigten Strecken, worin sich schlagende Wetter entwickeln, aufwärtsgeht; ist es unvermeidlich, denselben abwärts zu leiten, so muss seine Geschwindigkeit an diesen Stellen bis nahe auf ein Meter in der Secunde vermehrt werden. Die Geschwindigkeit des Zuges wird durch den Querschnitt der Strecke und die bewegte Luftmenge bestimmt, soll der Zug vor dem Strebstosse vermehrt werden; soll derselbe in Strecken verstärkt werden, so wird er durch eine einzige geleitet, während er sonst durch zwei oder drei gleichzeitig hindurchgeht.

Veränderungen in der Menge der sich entwickelnden Gase. Einfluss der Veränderungen des atmosphärischen Drucks. — Die Masse schlagender Wetter, welche sich in den Gruben entwickelt, wechselt innerhalb sehr weiter Grenzen. Der atmosphärische Druck übt einen grossen Einfluss darauf aus; die Entwickelung ist bei niederem Barometerstande viel stärker, als bei hohem. Dieser Umstand, der bei den Steinkohlengruben von Nordengland ausser Zweifel gesetzt ist, wirkt auch auf die alten Baue ein, welche mit Gas angefüllt sind; bei fallendem Barometerstande strömt aus ihnen das Gas in die gangbaren Baue aus, während sie bei steigendem Barometerstande die Luft aus den Strecken einsaugen. Herr Stephenson hat sogar einen Fall beobachtet, wo bei einem gewissen Barometerstande Gas aus einer Gesteinkluft ausströmte, während dieselbe bei einem höheren atmosphärischen Drucke Luft verschluckte. Es folgt daraus, dass auf Gruben mit schlagenden Wettern der Wetterzug bei niedrigem Barometerstande, bei Gewittern, Stürmen stärker seyn muss, als bei hohem Barometerstande. Desshalb sind auch sehr geschickte Grubendirectoren in England der Meinung, dass es angemessen sey, auf solchen Gruben Barometerbeobachtungen anzustellen, um bei'm Fallen desselben den Wetterzug eher verstärken zu können, als sich diese Nothwendigkeit aus dem Zustande der Wetter in den Grubenbauen ergiebt.

Der atmosphärische Druck übt aber nicht allein diesen Einfluss auf die Entwickelung von Kohlenwasserstoffgas, sondern auch von andern Gasarten, wie von kohlensaurem Gase aus. Ausser diesem Einflusse finden sich aber auch sonst Stellen in den Flötzen oder im Gebirge, welche bei Weitem mehr Kohlenwasserstoffgas hergeben, als die übrigen, selbst Klüfte, aus denen dasselbe unter einer starken Pressung heraustritt; solche Klüfte werden in Northumberland *bags of foulness* genannt; endlich führen auch unerwartete Durchschläge in alte Arbeiten plötzliche Ausströmungen von Kohlenwasserstoffgas oder von kohlensaurem Gase in die Grubenbaue herbei.

Tägliche Vorsichtsmaassregeln in den Gruben mit schlagenden Wettern. Bei so vielen Gefahren, welche die grösste Umsicht und Erfahrung nicht immer zu beseitigen im Stande ist, lassen sich Explosionen bisweilen nicht vermeiden; es ist nothwendig, alle gangbaren Strecken gut zu unterhalten, die Beschaffenheit der ausziehenden Wetter zu untersuchen, die Wetterthüren sorgfältig zu beaufsichtigen, die Aufmerksamkeit zu verschärfen, wenn sich das Wetter ändert, den Wetterzug zu

erhalten, während die Arbeiter feiern; dennoch muss man bei Gruben mit schlagenden Wettern auf Explosionen gefasst seyn, und Mittel ergreifen, dass sich ihre schädlichen Wirkungen nicht über die ganze Grube verbreiten können.

Wirkungen der Explosionen schlagender Wetter. — Eine Explosion lässt eine grosse Menge von Wasserdämpfen und von kohlensaurem Gase entstehen, welche unter dem Einflusse schnell erzeugter, hoher Temperatur sich sehr ausdehnen; sie unterbrechen plötzlich die regelmässige Luftströmung, treiben dieselbe zurück und treiben nach allen Seiten die Hindernisse fort, welche sich ihnen entgegenstellen. Die Zerströmungen in den Gruben stehen in Verhältniss mit den entzündeten Gasmassen. Vor einzelnen Oertern oder Streben können Explosionen entstehen, einzelne Arbeiter verwundet werden, ohne dass man es in den übrigen Bauen bemerkt, und im Allgemeinen der Wetterwechsel gestört wird. Ist aber die entzündete Gasmasse grösser, so verbreiten sich die expandirten Gase in die benachbarten Strecken, werfen die Arbeiter um, zerstören die Wetterthüren, ein Theil der Grubenbaue wird ganz mit schädlichen Gasen, mit dickem Kohlenstaube erfüllt, die Arbeiter ersticken, wenn sie nicht schleunig solche Strecken erreichen, in denen der Wetterzug noch besteht. Aber die Hauptstrekken sind unversehrt und die übrigen Theile der Grubenbaue sicher. Wenn aber die Gassmasse noch grösser ist, welche entzündet wurde, so erstrecken sich diese zerstörenden Wirkungen auf die ganze Grube, der Gasstrom erreicht die Schächte, wirft die Gebäude und Maschinen auf denselben um, treibt Gesteinsblöcke, Kohlenstücken vor sich her und wirft Kohlenstaub weit aus den Schächten hinaus. Alle Strecken sind mit schädlichen Gasen erfüllt, viele Arbeiter ersticken daher, wenn auch nur wenige durch die Explosion selbst getödtet worden sind, man kann ihnen nicht zu Hülfe kommen. Die Wetterführungen sind zerstört, die Oefen und Maschinen ausser Thätigkeit gesetzt. Kann man auch noch zu dem Wetterofen gelangen, so ist es gefährlich, denselben wieder anzuzünden, sobald er eine fehlerhafte Anlage hat und erlöscht ist. Die Wettermaschinen über Tage können auch zerstört oder beschädigt seyn. Bisweilen wird auch die Zimmerung und selbst Kohlen durch eine solche Explosion in Brand gesetzt.

Die Anordnung des Baues in einzelne Felder, welche von starken Pfeilern umgeben sind und durch die nothwendigen Förder- und Wetterzugänge mit den übrigen Grubenbauen zusammenhängen, Fig. 1, Taf. 28, ist die zweckmässigste, um zu verhindern, dass bei einer heftigen Explosion die ganze Grube unzugänglich und mit schädlichen Gasen erfüllt wird.

Entsteht in einem solchen Felde eine Explosion, so beschränken sich die Zerstörungen wesentlich auf dasselbe, und höchstens die Hauptstrecke kann leiden, durch welche dasselbe mit den Schächten in Verbindung steht. Bietet diese Strecke und die Schächte der Gasmasse einen hinreichenden Ausgang dar, so wird der einfallende Wetterzug nicht unterbrochen, vielleicht nur augenblicklich aufgehalten und beginnt dann wieder in seiner frühern Regelmässigkeit, nur das einzelne Feld, in welchem die Explosion stattgefunden hat, bleibt davon ausgeschlossen; von den Hauptstrecken aus, kann man den einfallenden Wettern folgen, auch in dieses eindringen, indem man die Wetterthüren bei'm Vordringen wiederherstellt.

Um diese Wirkung hervorzubringen, ist es aber nöthig, dass die Hauptstrecke, welche die ausziehenden Wetter dem Schachte zuführt, genügenden Raum zum Abziehen der, bei der Explosion entwickelten Gasmasse darbietet, denn diese wendet sich

dahin, wo der geringste Widerstand ist, und sie würde daher, wenn diese Strecke eng ist, sich auf den einfallenden Wetterzug werfen und zu dem einfallenden Schachte ausströmen, also den ganzen Wetterzug umkehren. Es ist daher sehr nothwendig, den Strecken, durch welche die ausziehenden Wetter zu dem Schachte geführt werden (vorzugsweise Wetterstrecken genannt), grosse Dimensionen zu geben; sie müssen eigentlich weiter seyn, als die Strecken, durch welche die Wetter einfallen, denn die ausziehenden Wetter nehmen immer mehr Raum ein, als die ausgehenden, wegen der Gasentwicklungen in den Gruben, der zutretenden Wasserdämpfe, der höheren Temperatur. Auf den Steinkohlengruben in Belgien und Nordfrankreich begeht man gewöhnlich den Fehler, den Wetterstrecken und dem ausziehenden Schachte viele kleinere Dimensionen zu ertheilen, als dem einfallenden Schachte und den Strecken, welche die einfallenden Wetter fortleiten, weil die ersteren nur zu der Wetterführung, nicht aber zur Förderung benutzt werden; nur dem ausziehenden Schachte ertheilt man grössere Dimensionen, wenn er, wie gewöhnlich auf den Steinkohlengruben bei Lüttich, zur Förderung dient.

Mittel, um eine Grube nach einer Explosion von schlagenden Wettern wieder zu befahren. Rettungsthüren. — Das erste Erforderniss, um in eine Grube oder in einen Theil einer Grube einzudringen, wo eine Explosion stattgefunden hat, ist die Wiederherstellung des Wetterzuges, Aufstellung der Wetterthüren, welche umgeworfen worden sind; je schneller dies geschehen kann, um so besser. In dieser Absicht hat man Wetterthüren angewendet, die man Sicherheits- (Rettungs-) thüren nennen könnte, welche gewöhnlich offen sind, daher durch die Explosionen nicht leiden; man hat zwei Arten derselben: Dammthüren (*damdoors* engl.) werden zwischen zwei gewöhnliche Wetterthüren (*main - doors*) gesetzt, sind mit Gewerben an der Kappe eines sehr festen in die Streckenstösse eingelassenen Gevieres angeheftet und befinden sich in einem Einbruch in der Firste mit einem Riegel aufgehängt; soll der Wetterzug nach der Zerstörung der gewöhnlichen Wetterthüren wiederhergestellt werden, so braucht nur der Riegel aufgezogen zu werden, und die Dammthüre schliesst vollkommen. Herr Buddle giebt an, dass in einer Kohlengrube zu Whitehaven ein, durch eine Explosion entstandener Grubenbrand durch Schliessung dieser Dammthüren ganz allein gedämpft und erstickt worden ist.

Die zweite Art sind schwingende Thüren (*swing-doors*): sie werden an derselben Stelle angebracht, wie die ersten, sind aber mit einem Haken aufgehängt, an dessen einem Arme sich eine Platte befindet, die dem Stosse des Gasstromes ausgesetzt wird, so dass diese Thüren durch die Explosion selbst aufgehakt werden und zufallen; sie sind aus dünnen Bretern gemacht und leicht und hängen nur in die Strekken herab, ohne sich an ein Geviere anzulegen; sie können hin- und her schwingen, jenachdem der Luftstrom sie von einer oder der andern Seite trifft, und sind desshalb auch den Zerstörungen nicht ausgesetzt, wie die gewöhnlichen Wetterthüren. Sie stellen den Wetterzug nur unvollständig her, weil sie nicht dicht schliessen, setzen aber auch der Fahrung kein Hinderniss entgegen, da sie sich nach beiden Seiten leicht aufheben lassen.

Gefahren der mit Scheidern versehenen Schächte auf Gruben mit schlagenden Wettern. — Eine Grube mit schlagendem Wetter sollte niemals mit einem einzelnen Schachte bauen, der der Wetter wegen durch einen Scheider von Bretern oder von Ziegeln in zwei Theile gesondert ist, weil bei einer Explosion dieser

Scheider leicht zerstört werden kann und es dann unmöglich ist, dass die in der Grube befindlichen Arbeiter ausfahren können, und dass ihnen Hülfe gebracht werden kann. Diese einzelnen Schächte müssten überall strenge verboten seyn; ebenso müssten auch die Hauptwetterzuführungs- und Ableitungsstrecken durch Gesteinmittel oder Pfeiler getrennt seyn, so dass die Trennung niemals durch eine Explosion aufgehoben werden kann.

Bei'm Schachtteufen, wenn nicht zwei nahe beieinander niedergebracht werden, die miteinander durchschlägig gemacht werden können, muss allerdings ein Scheider angewendet werden, derselbe darf aber nur so lange dienen, als das Abteufen selbst dauert; ist die Lagerstätte erreicht, so muss die Wetterführung durch zwei Schächte bewirkt werden, welche durch zwei von einem hinreichend starken Pfeiler getrennte Strecken miteinander verbunden werden; ehe diese Verbindung hergestellt ist, dürfen keine weiteren Arbeiten unternommen werden, wenn sich auf dem Flötze schlagende Wetter entwickeln.

In Valenciennes und Mons ist die Abteufung von Schächten durch die oberen Kreideschichten hindurch sehr kostbar, daher der Gebrauch, den Bau mit einem einzigen Schachte zu führen, der in diesem oberen Theile einen Scheider zur Wetterführung erhält; das kleinere Trum dient gleichzeitig als Fahrschacht. Im Steinkohlengebirge trennt man die Schächte; der Förderschacht geht seiger nieder, der Wetter- und Fahrschacht wird abgesetzt und dient zum Einfallen der Wetter, der Förderschacht aber zum Ausziehen derselben.

Obgleich diese Einrichtung besser ist, als wenn der Scheider in dem Schachte bis zur Sohle hinabgeführt wird, so sollte ein solcher Schacht doch bei schlagenden Wettern niemals allein zur Wetterführung benutzt werden, sondern immer ein zweiter dazu dienen, weil der Fahrschacht zu eng für die einfallenden Wetter ist, und weil der Scheider im Hauptschachte bei einer Explosion zerstört werden kann und alsdann keine Hülfe möglich wird.

Nutzen der Fahrten bei Unglücksfällen. In den tiefsten Kohlengruben in Nordengland, in Mittel- und Südfrankreich hat man keine Fahrten in den Schächten, sondern die Arbeiter fahren immer auf dem Seile; dennoch gehören Fahrten in den Schächten zu dem besten Sicherungsmittel bei Unglücksfällen, und jede tiefe Grube sollte mindestens einen Fahrschacht haben, wenn nicht jeder Schacht mit einer besondern Fahrung versehen ist. Eine Fahrung muss in dem Schachte angebracht werden, welcher den Zerstörungen einer Explosion am Wenigsten ausgesetzt ist. Diese Fahrten würden aber nicht allein bei Gasexplosionen, sondern auch bei Wassereinbrüchen sehr nützlich seyn, selbst wenn sie nicht gewöhnlich zur Fahrung benutzt, sondern diese durch das Seil bewirkt würde.

Müssen die Wetteröfen in Gruben, in denen schlagende Wetter vorkommen, gänzlich verboten werden? Es ist die Frage aufgeworfen worden, ob die Wetteröfen nicht auf den, schlagenden Wettern unterworfenen Gruben ganz verbannt werden sollten: 1) weil sie selbst eine Explosion veranlassen könnten, wenn die Wetter in einem explosionsfähigen Zustande zu ihnen gelangten; 2) weil nach einer Explosion und nach Zerstörung der Wetterthürme ein explosionsfähiges Gasgemenge zu den Wetteröfen gelangen und eine noch viel gefährlichere Explosion, als die erste, herbeiführen könnte; 3) weil nach einer Explosion der Wetterofen nicht benutzt werden könnte, um den gestörten Wetterzug wiederherzustellen, und seine Hülfe also gerade

fehlte, wo sie am Dringendsten ist; 4) weil saugende oder blasende Maschinen in jedem Falle die Wetteröfen ersetzen könnten, ohne dieselben Nachtheile darzubieten, und nicht mehr Brennmaterial gebrauchen würden, um einen gleichen Effect zu leisten. Diese Einwendungen sind zum Theil begründet, es ist daher von Wichtigkeit, sie genau zu beleuchten.

1) Der Grubenbau muss ganz fehlerhaft angebracht seyn, oder die Aufsicht ganz vernachlässigt, wenn die zum Wetterofen geführte Luft jemals explodirend werden könnte; die zwei oder drei, den Wetterofen von dem ausziehenden Wetterzuge absperrenden Wetterthüren müssten offen gelassen werden, um einen solchen Zustand herbeizuführen. Wird eine dieser Wetterthüren mit einem Schlosse versehen, der Schlüssel einem sicheren Arbeiter anvertraut, so ist keine Gefahr dabei vorhanden. Ist der Schacht, bei dem sich der Wetterofen befindet, nicht mit Fahrung versehen, so dass man auf diesem Wege immer zu demselben gelangen kann, so lässt sich derselbe Grad von Sicherheit dadurch erreichen, dass der Ofen in einer besondern Kammer eingerichtet wird, welche nur durch ein Uebersichbrechen mit dem ausziehenden Schachte und durch ein ganz enges Sitzort mit dem einfallenden Schachte in Verbindung steht. Dieses ist durch zwei oder drei Wetterthüren geschlossen, die nur allein geöffnet werden, um das Feuer zu beaufsichtigen und zu erhalten. Der erste Einwand ist daher nur bei schlecht angelegten Wetteröfen von Wichtigkeit; sie können grosse Gefahren herbeiführen, wenn bei ihrer Anlage die ganz besonders empfohlenen Regeln vernachlässigt werden.

2) Dieser Einwand ist begründeter, als der erste; es ist bei der Anlage der Wetteröfen, selbst wie sie zu Anzin bestehen, möglich, dass bei einer Explosion die Wetterthüren, welche den Ofen von dem ausziehenden Wetterzuge trennen, zerstört werden, und dass also dieser Zug, wenn er explodirende Gase führt, eine zweite Explosion herbeiführen kann. Wenn aber, wie eben angeführt, der Ofen nur durch ein enges Sitzort mit den Hauptstrecken in Verbindung steht, so liegt diese Gefahr gewiss sehr entfernt, wenn sie überhaupt vorhanden ist. Der Gasstrom, welcher der Explosion folgt, führt auf dem kürzesten und offensten Wege nach dem Schachte; stürzt er sich auf den ausziehenden Schacht, so berührt er gar keine Strecke, die zum Wetterofen führt, und durch das Uebersichbrechen kann er sich nicht zu demselben herabsenken; stürzt er sich auf den einfallenden Schacht, drängt er die einfallenden Wetter zurück, so stehen ihm dazu die weiten Hauptstrecken offen, und er wird nicht leicht in das wohl verwahrte Sitzort eindringen können, um zu dem Ofen zu gelangen. Bei einer Explosion üben die sich entzündenden Gasarten eine sehr starke Pressung nach allen Seiten aus; haben sie einen Ausgang gefunden, so strömen sie in denselben mit einer ungeheuren Geschwindigkeit, welche der anfänglichen Pressung entspricht, die aber in dem Maasse aufhört, in welchem die Geschwindigkeit zunimmt; daher reisst diese Strömung Alles mit sich fort, was sich in seiner Richtung befindet, während sie nur eine sehr geringe Pressung seitwärts ausüben kann, und zwar muss diese um so geringer seyn, je grösser die Geschwindigkeit und je offener der Ausgang ist. Hiernach ist ein Einbrechen des Zuges nach einer Explosion in die Ofenkammer wenig zu fürchten, wenn auch dessen Möglichkeit nicht ganz geleugnet werden kann.

3) Der dritte Einwand ist bei der gewöhnlichen Anlage der Wetteröfen begründet; es ist nach einer Explosion gewöhnlich sehr schwer, zu dem Wetterofen zu gelangen, immer gefährlich, das Feuer wieder anzuzünden, bevor nicht der Zustand der Wet-

terthüren, welche denselben isoliren, untersucht ist. Ist aber die Anlage nach den gegebenen Regeln gemacht, so wird der Wetterofen auch nach einer Explosion noch fortfahren, den Wetterzug zu bestimmen, wie vorher. Ist die Explosion dem Wege der ausziehenden Wetter gefolgt, so kann man zu dem Ofen gelangen und durch Verstärkung des Feuers der Grube ein grösseres Luftquantum zuführen; hat aber die Explosion den umgekehrten Weg eingeschlagen, so ist es nicht möglich, eher zu dem Wetterofen zu gelangen, als bis der Wetterzug in seiner gewöhnlichen Richtung wiederhergestellt ist; es ist aber möglich, dass dies in Folge von Brüchen in den Strecken, von Temperaturveränderungen und wegen des specifischen Gewichts der entwickelten Gase nicht geschieht. Es lässt sich selbst annehmen, dass, wenn der Wetterzug eine Zeitlang umgekehrt bleibt, die mit Kohlenwasserstoffgas gemengte Luft durch das Sitzort zu dem Ofen gelangt und eine zweite Explosion erfolgen könne; wenn die Wetterthüren in dem Sitzorte unversehrt geblieben sind, so ist dies zwar sehr unwahrscheinlich, aber doch nicht unmöglich. Einer jeden Befürchtung in dieser Beziehung ist nur dadurch zu begegnen, dass der Wetterofen unmittelbar durch einen kleinen Schacht mit der Tagesoberfläche in Verbindung gesetzt wird, der lediglich zur Zuleitung der Wetter, Einhängen des Brennmaterials und zur Bewartung des Feuers benutzt würde, während nur allein das Uebersichbrechen nach dem ausziehenden Schachte eine Verbindung desselben mit den Grubenbauen herstellt, von denen er sonst gänzlich isolirt bleibt. Eine solche durchaus gefahrlose Anlage eines Wetterofens wird nur sehr kostbar, besonders wenn Schwierigkeiten mit dem Schachtabteufen verbunden sind; sonst stehen demselben keine Schwierigkeiten entgegen.

4) Kann die Wirkung der Wetteröfen durch blasende oder saugende Maschinen ersetzt werden? wenn man die Hindernisslasten unberücksichtigt lässt, so wird selbst eine Dampfmaschine, die einen blasenden oder saugenden Apparat bewegt, weniger Brennmaterial verbrauchen, als ein Wetterofen, um eine gleiche Wirkung hervorzubringen. In England hat man zwar solche Maschinen angewendet, ihre Benutzung aber wieder aufgegeben, weil sie zu klein waren und keinen genügenden Zug bewirkten; nur in Belgien hat man neuerdings davon Gebrauch gemacht, aber auf weniger ausgedehnten Gruben, als die englischen. Die Verhältnisse der saugenden Maschine auf der Grube Espérance sind oben angeführt, nur ein Drittel der, von der Dampfmaschine entwickelten Kraft wird dabei auf den Nutzeffect verwendet, und es ist keinem Zweifel unterworfen, dass mit weniger Brennmaterial ein Wetterofen auf der Sohle eines über 400 M. tiefen Schachtes einen grössern Effect leisten würde. Wenn ein guter Wetterzug ein grösseres Luftquantum in Bewegung zu setzen nöthigte, als auf der Grube Espérance (8 Cbkm. in der Secunde), so würde eine ungeheure Maschine, oder mehr als 2 Cylinder dazu erforderlich seyn. Ausser dem grossen Kostenaufwande der bewegenden Kraft bleibt dabei der grosse Uebelstand, dass diese Maschinen sehr häufigen Reparaturen unterworfen sind, welche bei einem Apparate um so nachtheiliger werden, dessen Gang nicht unterbrochen werden darf, ohne sofort den Betrieb der ganzen Gruben einzustellen. Es scheint daher nicht, dass diese Cylindermaschinen die Wetteröfen vollständig ersetzen können. Der oben erwähnte Centrifugal-Ventilator besitzt den Vortheil, viel einfacher und wohlfeiler, keinen Reparaturen unterworfen zu seyn; er verstattet, die Stärke des Luftzuges durch einen schnellen Umgang zu vermehren und wahrscheinlich einen grössern Theil der bewegenden Kraft auf den Nutzeffect zu übertragen. Bis jetzt sind aber die Wirkungen dieser Centrifugal-Ventilatoren noch nicht

durch die Erfahrung im Grossen bestätigt worden, und nur, wenn die theoretischen Betrachtungen sich vollständig bewähren sollten, wird derselbe in solchen Fällen für die Wetterführung grosser Gruben angewendet werden können, auf denen man von Wetteröfen keinen Gebrauch machen will.

Wie dem aber auch seyn mag, eine Maschine, die über Tage auf dem Schachte aufgestellt ist, kann durch eine Explosion gestört werden, und dann ist die Grube gerade ebenso ohne Mittel, den Wetterzug herzustellen, wie nach dem obigen Einwande bei einem Wetterofen. Um die Maschine einer solchen zerstörenden Einwirkung zu entziehen, müsste dieselbe auf einem Beischachte gesetzt, der Hauptschacht mit einer dichten, aber doch nicht zu schweren Bühne versehen und der Beischacht durch eine Strecke von angemessenen Dimensionen mit dem Hauptschachte verbunden werden. Die Gefahr würde dadurch sehr vermindert werden, denn der ausfahrende Gasstrom würde eher die Bühne fortreissen, als durch die Strecke und Beischacht auf die Maschine einwirken. Eine leichte Wiederherstellung des Verschlusses des Hauptschachtes, der nothwendig ist, um den Wetterwechsel zu bewirken, lässt sich übrigens durch ähnliche Mittel, wie bei den Strecken, erreichen. Uebrigens haben die Wettermaschinen den Nachtheil, dass sie einen besondern Schacht erfordern.

Aus dem Vorstehenden ergiebt sich: 1) dass die Wetteröfen mit Luft versehen werden können, welche gar keine entzündlichen Gasarten enthält, so dass eine erste Explosion durch sie nicht veranlasst werden kann; die Wetteröfen in Anzin erfüllen diese Bedingung. 2) Die Wetteröfen lassen sich noch mehr der Einwirkung von Explosionen in andern Theilen des Grubengebäudes entziehen, als bisher geschehen ist; alsdann fahren sie fort, den Wetterwechsel selbst nach einer Explosion zu bewirken, wenn dadurch nicht der Wetterzug umgekehrt worden ist. 3) Die Explosionen, welche den Wetterzug umkehren, sind die gefährlichsten; sie werden seltener vorkommen, wenn den Strecken und Schächten, durch welche die Wetter ausziehen, ein grösserer Querschnitt gegeben wird, als sie jetzt gewöhnlich erhalten; sie sollten weiter seyn, als die Strecken und Schächte, durch welche die Wetter einfallen und nicht enger. 4) Die Cylindermaschinen sind sehr kostbar, müssen grosse Dimensionen erhalten, erfordern sehr häufige Reparaturen, übertragen nur einen geringen Theil der Kraft des Bewegens, es ist daher zweifelhaft, ob sie gut angelegte Wetteröfen ersetzen können. Die Centrifugal-Ventilatoren erfüllen die Bedingungen guter Wettermaschinen in mechanischer Beziehung. Alle Wettermaschinen haben den Nachtheil, dass sie besondere Schächte erfordern, und wenn sie der Einwirkung der Explosion entzogen werden sollten, müssen sie dennoch auf Beischächte gesetzt werden. 5) Ein Verbot der Wetteröfen würde jetzt ganz unzeitig seyn, doch müssen sie nach den oben angegebenen Regeln, und nicht wie bisher sehr häufig, angelegt werden; ihre Anlage, sowie der Querschnitt der Wetterstrecken, muss von Staats wegen bestimmt werden. Die in Belgien eingeleiteten Versuche, Wettermaschinen anstatt der Wetteröfen anzuwenden, werden hoffentlich zu guten Resultaten führen, und ihre allgemeinere Anwendung wird die Folge seyn

Welche Mittel übrigens angewendet werden, um den Wetterwechsel in einer Grube zu bewirken, so wird ihre Wirkung Gränzen finden, und der Wetterzug wird stocken, wenn die Grubenbaue eine Ausdehnung erreichen, die nicht mehr mit der Luftmasse in Verhältniss steht, welche denselben zugeführt werden kann. Wenn die vorhandenen Mittel zur Erregung des Wetterzuges und eine geschickte Leitung desselben in der Grube gerade genügen, so wird diese Gränze bei der Ausdehnung des Wetter-

zuges sehr bald überschritten, denn diese Ausdehnung erfordert ein grösseres Luftquantum, welches überdiess einen längeren Weg zurücklegen muss. Verlassene Baue hören nicht auf, schädliche Gase zu entwickeln, welche der Wetterzug fortführen muss, sie sind um so gefährlicher, als die ausströmenden Gasmengen sehr veränderlich sind. Die Ausdehnung der Baue, die aus einem Schachte geführt werden, hat daher ihre Gränze, oder, mit andern Worten, ein Grubenbau muss mit einer genügenden Anzahl von Tageschächten (Stöllen) versehen werden, um denselben und die Arbeiter sicher zu stellen. Diese Hülfsarbeiten sind aber kostbar und ihr ökonomischer Nutzen nicht sogleich einleuchtend, daher sie oft vernachlässigt werden; aus den bestehenden Schächten muss man daher den grössten Nutzen zu ziehen suchen und denen, welche abgeteuft werden, die zweckmässigste Lage geben. Auf den Kohlengruben von Staffordshire teuft man zwei nahe gelegene Schächte gleichzeitig ab, die beide zum Wetterwechsel und zur Förderung benutzt werden; sie dienen für kleine Felder, weil sie bei mässiger Teufe nicht sehr kostbar werden. Bei St. Etienne haben die kleinen Grubenfelder sehr viele Schächte herbeigeführt; auch zu Rive de Gier, obgleich sie hier eine beträchtliche Tiefe erreichen; sie erleichtern den Wetterwechsel in einem hohen Grade; um so weniger geschieht aber für eine zweckmässige Vertheilung und Leitung der Wetter in den Grubenbauen, obgleich dieselbe oft sehr nothwendig wäre. Auf den tiefen Kohlengruben in England, Belgien und Nordfrankreich ist die Abteufung von Schächten sehr kostbar, besonders wo obere wasserreiche Gebirgslagen zu durchsinken sind, sie müssen daher für den Abbau grosser Felder dienen. Bei Anzin dienen alle Schächte zur Förderung, ihre Vertheilung ist ziemlich gleichförmig und zweckmässig für die Grubenförderung; die meisten stehen wegen der Wasserhaltung und des Wetterwechsels miteinander in Verbindung. Ein Schacht mit einem tiefliegenden Wetterofen dient gewöhnlich zum Ausziehen der Wetter, welche in 2 oder 3 andere Schächte einfallen; bisweilen aber werden auch die Wetter, welche in einem Schachte einfallen, getheilt und ziehen aus zwei andern aus, von denen jeder mit einem Wetterofen versehen ist. Bei Lüttich dagegen teuft man, in der Regel, zwei nahe beieinander gelegene Schächte ab, von denen einer zur Förderung, der andere zum Ausziehen der Wetter dient (Wetterschacht); mit denselben bauet man ein bestimmtes Grubenfeld ab und setzt dieselben wenigstens nicht Bezug auf den Wetterzug mit andern in Verbindung, bisweilen nur der Wasserhaltung wegen. Die Wasserschächte sind enger, als die Förderschächte, und auf die erstern hat man in der neuesten Zeit grosse saugende Cylindermaschinen anstatt der Wetteröfen gesetzt. In Nordengland teuft man auch bisweilen zwei nahe gelegene Schächte nebeneinander ab, man setzt sie aber nach und nach mit anderen in Verbindung, welche zur Ausdehnung des Baues erforderlich sind. Das Lütticher System verleitet dazu, den Bauen aus einem Paar solcher Schächte eine viel grössere Ausdehnung zu geben, als in Bezug auf die Wetterführung rathsam ist; dabei wirkt noch der Umstand sehr nachtheilig ein, dass die Wetterschächte enger sind, als die Förderschächte. Das System von Anzin ist viel besser; man entschliesst sich dabei leichter zur Abteufung eines neuen Förderschachtes, weil dadurch die Grubenförderung abgekürzt wird; man erhält genügend weite Schächte zum Ausziehen der Wetter und kann von solchen Feldern, in denen sich viele schädliche Gase entwickeln, die ausziehenden Wetter zu dem nächsten Schachte leiten, ihren Weg in der Grube möglichst abkürzen.

Bei einer Explosion, sey sie auch noch so heftig, ist es in diesem Falle sehr unwahrscheinlich, dass sich ihre Wirkungen auf das ganze Grubengebäude erstrecken können; der Gasstrom wirft sich auf einen oder auf zwei Schächte; aber in den übrigen wird der Wetterwechsel bestehen bleiben, welche daher die Mittel darbieten, in die Grube zu dringen und den Arbeitern Hülfe zu leisten. Das System verbundener Schächte, welche gleichmässig im Grubenfelde vertheilt sind, ist daher dem von zwei nahe beieinander stehenden Schächten sehr vorzuziehen.

Mittel zur Bestimmung des in einer Grube wechselnden Volums von Wettern. In ausgedehnten Gruben, wo sich viel schlechte Wetter entwickeln, sind die Maassregeln zur Erhaltung eines lebhaften Wetterzuges nicht hinreichend, sondern es muss auch von Seiten der Grubenbeamten eine sehr sorgfältige Aufsicht geführt werden, damit sie sich von der Ausführung aller nothwendigen Vorsichtsmaassregeln zum Unterhalte eines guten Wetterzuges überzeugen können. So sind in den grossen Steinkohlengruben des nördlichen Englands einer oder mehrere Arbeiter speciell mit dieser Beaufsichtigung beauftragt; sie durchfahren alle Theile der Grube, überzeugen sich, dass die Wetterthüren die gehörigen Dienste leisten, und dass die Wetter in der verlangten Richtung und mit einer hinreichenden Geschwindigkeit in den verschiedenen Strecken wechseln. Sie beobachten die Geschwindigkeit des Luftstroms durch ein sehr einfaches Mittel, welches bei einiger Geschicklichkeit für die Bedürfnisse der Praxis auszureichen scheint. Es besteht in Folgendem: Der Bergmann wählt auf der Strecke, wo er die Geschwindigkeit des Wetterstroms beobachten will, einen Theil, der auf etwa 100 Met. Länge hinlänglich breit und regelmässig ist. Er durchfährt diese Strecke in der Richtung des Stroms, indem er ein brennendes Licht in der Hand hält, dessen Flamme er der Einwirkung des Stroms aussetzt, und sucht eine regelmässige Geschwindigkeit anzunehmen, so dass die Lichtflamme sich senkrecht hält. Wenn er dahin gelangt ist, was ihm sehr leicht ist, so ist die Geschwindigkeit seines Ganges, den er mit Hülfe einer Secundenuhr messen, oder nach der Gewohnheit abschätzen kann, genau dieselbe, wie die des Luftstroms.

Flügel-Anemometer. Statt dieses unvollkommenen Mittels, welches jedoch in der Praxis stets ausreicht, kann man mit Vortheil ein Flügel-Anemometer anwenden, dessen Construction ich angegeben habe. Es gleicht dieses Instrument den Woltmann'schen Flügeln und dient zur Messung der Luftströme, wie dieses zur Messung der Geschwindigkeit des Wassers dient. Es ist in den Fig. 6, 7 und 8, Taf. 28, dargestellt und besteht aus einer sehr feinen Achse *A*, welche in zwei feine Stifte endigt, die sich in Agatlöchern drehen. An dieser Achse sind 4 ebene Flügel angebracht, die mit der senkrecht auf der Achse stehenden Ebene einen Winkel von ohngefähr 30° bilden. Diese Flügel bestehen aus Rauschgold-Blättern, die an einem leichten Rahmen befestigt, und die 0,0225 Met. im Quadrat haben. Ihr innerer Rand ist von der Achse 0,0215 Met. entfernt. Das ganze Gewicht des Instrumentes beträgt 2½ bis 3 Grammen. Mitten auf der Achse ist eine Schraube ohne Ende *V* angebracht, die in ein kleines Rad von 100 Zähnen *R* greift, so dass dasselbe bei jeder Umdrehung der Achse mit den Flügeln um einen Zahn vorrückt. Die Achse dieses ersten Rades ist mit einem kleinen Hebearm *c* versehen, der auf die Zähne eines zweiten Rades *R'* wirken kann; dasselbe wird durch eine sehr biegsame Stahlfeder *Y* gehalten, welche mit der horizontalen Platte *PP*, auf der das Instrument steht, befestigt ist. Bei jeder vollständigen Umdrehung des durch die Schraube ohne Ende bewegten Rades mit 100 Zähnen

schiebt der Hebel einen Zahn des zweiten Rades weiter, welches 50 Zähne hat. Die beiden Räder sind von 10 zu 10 Zähnen numerirt, das erste von 1 bis 10 und das zweite von 1 bis 5. Die Zeiger *i*, *i'* geben die Anzahl der Zähne an, um welche jedes Rad vorgeschritten ist, und geben folglich auch die Anzahl der Umdrehungen der Flügelachse an. Mit Hülfe eines Drückers *D* und zweier Schnüre *C*, *C'*, welche zu ihrer Bewegung dienen, kann man aus der Entfernung die Bewegung der Flügel aufhalten oder ihre Umdrehung durch Einwirkung eines Luftstromes bewirken.

Um das Instrument zu gebrauchen, führt man zuvörderst beide Räder auf den Nullpunct der Theilung zurück, so dass die Zeiger diesen Punct andeuten; darauf stellt man das Instrument auf einen Fuss in dem Querschnitt einer Strecke auf, in welcher die Wetter wechseln, deren Geschwindigkeit man messen will. Die Flügelachse ist nach der Richtung des Wetterstroms gestellt, der, wie es bei einer Windmühle der Fall ist, gegen die Vorderseite der Flügel stösst. Der Drücker ist so gestellt, dass der Luftstrom die Flügel nicht drehen kann. Man entfernt sich darauf von dem Instrumente, indem man die beiden Schnüre des Drückers in der Hand hält, und stellt sich in einiger Entfernung ausserhalb des Wetterzuges hin. In einem gegebenen Augenblicke zieht man an der Schnur, damit die Flügel sich drehen können. Man zählt die Zeit, welche die Dauer der Beobachtung bildet, und die im Allgemeinen nicht weniger, als 2 oder 3 Minuten, betragen darf. Wenn dieser Zeitraum verflossen ist, so zieht man an der andern Schnur, um die Bewegung der Flügel aufzuhalten, und lies't von dem Instrumente die Anzahl der Umdrehungen, welche die Flügel während der Dauer der Beobachtungen gemacht haben. Jeder Zahn des ersten Rades bezeichnet eine Umdrehung der Flügelachse, und die Hunderte von Umgängen werden durch das zweite Rad bezeichnet. Von der Zahl der Umdrehungen, welche die Flügelwelle gemacht hat, folgert man darauf durch eine für das Instrument geeignete Formel die Geschwindigkeit des Luftstroms, welcher die Bewegung hervorgebracht hat.

Von dem Grubenbrande.

Ursachen der Grubenbrände. Wir haben in diesem und dem vorhergehenden Kapitel Gelegenheit gehabt, von den Selbstentzündungen zu reden, welche in Gruben, die auf Steinkohlen oder auf andere Brennmaterialien bauen, so häufig sind. Jedoch müssen wir hier noch Einiges darüber sagen. Diese Entzündungen zeigen sich hauptsächlich mitten in den Brüchen, die auf den Abbau mächtiger Steinkohlenflötze folgen. Man schreibt sie im Allgemeinen der Zersetzung der Kiese zu, die entweder in der Steinkohle, die man in den alten Bauen zurückzulassen genöthigt war, oder in dem Schieferthone enthalten sind, der das Hangende der Kohle bildet, und der nach dem Abbaue derselben ebenfalls einbricht; diese Zersetzung findet aber unter dem doppelten Einflusse eines schlechten Wetterwechsels und der Feuchtigkeit statt. Man hat geglaubt, dass das Vorhandenseyn von Grubenklein oder sogenannten Staubkohlen, welche man hin und wieder in den Bauen zurücklässt, da sie oft einen so geringen Werth haben, dass sie nicht einmal die Förderungskosten bezahlt machen, zu der Entwickelung der Grubenbrände beitrügen, und man hat daher in mehrern Steinkohlenrevieren die Ausförderung des Grubenkleins, als eine Vorsichtsmaassregel gegen die Grubenbrände, von Seiten der Regierung vorgeschrieben. Es ist zwar zweckmässig, so wenig als möglich, Steinkohlen in den alten Bauen zurückzulassen, allein ihre Ausförde-

rung würde, wenn sie auch vollständig wäre, nicht hinreichend seyn, um die Grubenbrände zu verhindern. Dagegen zeigen sie sich häufig in Folge der Einbrüche des hangenden Schieferthons mächtiger Steinkohlenflötze, wie, z. B., in den französischen Departements der Loire, der Saône und Loire, des Allier, des Aveyron etc.

Die Versetzung der Abbaue ist das einzige sichere Mittel zur Verhinderung von Grubenbränden. Gewisse Steinkohlenflötze scheinen ganz besonders diesen Vorfällen unterworfen zu seyn. Das einzige sichere Mittel zu ihrer Verhinderung würde darin bestehen, die Abbaue, ehe sie zu Bruche gehen, vollständig mit Bergen zu versetzen, welche man von Tage einführt. Es ist selbst einer der grössten Vortheile des Abbaues der Kohlenflötze mit Bergeversatz, allein es wird diese Methode nur sehr wenig angewendet, da man sich nicht dazu bestimmen kann, indem sie unmittelbar grössere Kosten verursacht, indem man dadurch nur eine entfernte Gefahr zu verhindern sucht, die man übrigens durch minder kostbare Processe verbessern zu können glaubt.

Vorsichtsmaassregeln, welche man bei'm Abbau mittelst Pfeiler und Strebbau und bei dem Rauben der stehen gebliebenen Pfeiler anzuwenden hat. Wenn man die Abbaue nicht vollständig mit Bergen versetzt, so muss man, wie wir es schon in dem Kapitel von dem Abbaue bei'm Pfeilerbaue bemerkt haben, die verlassenen Baue von den jetzt noch im Betriebe stehenden durch Thüren oder Dämme trennen. Unglücklicherweise ist es sehr schwierig, hermetische und für die Luft undurchdringliche Scheider oder Dämme in den Strecken herzustellen, deren Wände durch die Belastung des hangenden Gebirges, durch den Betrieb der Strecken und Abbaue und durch benachbarte Brüche stets mehr oder weniger erschüttert und zerrissen sind. Nun reichen aber die geringsten Klüfte hin, um eine Luftmenge eindringen zu lassen, die im Stande ist, eine langsame Verbrennung zu unterhalten, der alsdann bald ein entschiedener Brand folgt. Der Brand giebt zu Gasentwickelungen Veranlassung, die einen eigenthümlichen, sehr scharfen und unangenehmen Geruch haben, der sich in den Bauen zeigt, in deren Nähe der Brand stattfindet, und die ein Zeichen für den Bergmann sind. Sobald man dieselben bemerkt, muss man alle Dämme und Scheider, welche die alten Baue von den im Betriebe stehenden trennen, sehr sorgfältig untersuchen, und die Klüfte, welche man entdecken kann, mit der grössten Sorgfalt verstopfen; man gelangt auf diese Weise zuweilen dahin, den Brand sofort zu ersticken.

Wenn der Heerd des Brandes durch Klüfte mit dem Tage in Verbindung steht, so suchen die Gasentwickelungen natürlich durch diese Oeffnungen auszuströmen. Diese Klüfte zu verstopfen, würde nichts helfen. Wollte man diess thun, so würde man nur einen Theil der verderblichen Gase, denen man den natürlichen Ausgang verschlossen hätte, in die Grubenbaue zurückdrängen, Man muss wirklich die Unmöglichkeit einsehen, die in einem durch Brüche erschütterten Boden vorhandenen Klüfte so hermetisch zu verschliessen, um jeden Luftzutritt zu verhindern. Es ist demnach im Allgemeinen besser, diese Arten von Essen offen zu lassen, und bloss dahin zu sehen, dass die Dämme zur Trennung des in Brand gerathenen Grubenfeldes von den im Betriebe stehenden Bauen möglichst luftdicht bleiben, damit die Luft verhindert werde, zu dem Heerde des Brandes zu strömen.

Vorrichtung von Dämmen zur Beschränkung und Erstickung der Grubenbrände. Wenn sich ein Grubenbrand unvorhergesehen zeigt, oder sich

in einem Theile der Baue, den man gegen ihre Angriffe gesichert hielt, schnell ausbreitet, so muss man sich beeilen, den Heerd mit einem Ringe von Dämmen aus Mauerwerk oder fettem Thon zu umschliessen. Die Herstellung dieser Dämme ist schwierig, mühevoll und oft selbst gefährlich, indem die Brandwetter den Arbeitern hinderlich und ihrer Gesundheit nachtheilig sind. Eine, diese Wetter zu Tage führende Esse würde alsdann sehr zweckmässig und ein Mittel seyn, die Grube fortbauen zu können. Bei solchen heftigen Bränden sieht man sich gewöhnlich genöthigt, mehrere Kohlenpfeiler in die Verdämmung einzuschliessen, die mit Vortheil gewonnen werden könnten. Nach dem Verlaufe von mehrern Monaten hat der geringe Luftzutritt die Fortschritte des Brandes gehemmt, man konnte den Heerd in engere Grenzen einschliessen, und man kann es versuchen, die Dämme mehr vorwärts zu bringen, um die bauwürdigen Steinkohlenpfeiler ausserhalb derselben zu lassen. Diese Versetzung der Dämme muss mit den grössten Vorsichtsmaassregeln ausgeführt werden, und es darf damit auch erst dann angefangen werden, wenn man sich überzeugt hat, dass die Heftigkeit des Brandes nachlässt. Wenn der Hauptheerd in einer geringen Teufe unter Tage befindlich ist, und wenn die Steinkohlenpfeiler, welche in die erste Linie der Dämme eingeschlossen, fest und unzerklüftet sind, so könnte es vortheilhaft seyn, die Arbeiten damit zu beginnen, einen kleinen saigern Schacht abzusinken, oder, besser noch, ein 0,30 bis 0,50 Met. oder 12 bis 20 Zoll weites Bohrloch unmittelbar über dem Heerde abzubohren. Dieses Bohrloch würde dann als Esse für die Brandwetter dienen, und man könnte sie, nach Belieben, gänzlich verschlossen, oder gänzlich oder theilweise geöffnet erhalten, jenachdem es erforderlich wäre. Man könnte alsdann die Verdämmungen rasch vorwärts bringen, ohne durch die brandigen, unathmenbaren Gase gehindert zu werden, indem dieselben zu Tage ausströmen können. Das Nachtheilige dieses Mittels würde darin bestehen, dass von dem Brandheerde ein starker Luftzug veranlasst und dadurch der Brand lebhafter werden würde; allein man könnte diesen Wetterzug mässigen, indem man den Bohrbrunnen mittelst einer Klappe oder eines Registers, wie an den gewöhnlichen Essen, enger machte, und indem man nur einen zur Verschlimmerung des Uebels unzureichenden Wetterzug hervorbrächte. Man hat diese Mittel in mehrern Steinkohlengruben Schlesiens zur Anwendung gebracht.

Unterwassersetzung in Brand gerathener Gruben. In schlecht betriebenen Steinkohlengruben, in denen das ganze Feld durch zu breite Strecken in Pfeiler getheilt worden ist, die durch den Druck des hangenden Gebirges zerdrückt und zerklüftet worden sind, sowie es das hangende Gebirge ebenfalls ist, ist es fast unmöglich, das Fortschreiten eines Grubenbrandes anders, als dadurch zu hemmen, dass man die Baue unter Wasser setzt. Es ist ein Mittel, zu welchem man zu allerletzt seine Zuflucht nimmt. Wenn der Brandheerd unter der Sohle des Stollens liegt, so verlässt man die Grube und lässt die Grundwasser in derselben aufgehen, die man bei dem Betriebe auf den Stollen hob. Man beeilt, wenn man es kann, das Unterwassersetzen, indem man der Grube noch Tagewasser zuführt. Wenn die in Brand gerathenen Baue über der Stollensohle liegen, so muss man dieselben verdämmen, so dass die Wasser, die auf dieselben abfliessen, aufgestaut werden. Endlich kommen viele Fälle vor, wo man ganz darauf Verzicht leisten muss, den Grubenbrand zu löschen, weil man die Grube auch nicht einmal unter Wasser setzen kann. So brennen auf diese Weise viele Steinkohlenflötze seit langen Jahren, so, z. B., bei Zwickau in Sachsen, in Nieder- und in Oberschlesien, in Schottland, in den französischen Departements der Loire und

des Aveyron. Hat man sich dahin entschieden, eine Grube unter Wasser zu setzen, um den Brand zu ersticken, so muss man das Wasser so lange darin lassen, dass die Steine gehörig abgekühlt sind. Sobald die Grube wieder von den Wassern befreiet worden ist, muss man so rasch, als möglich, das Brandfeld befahren, und die nothwendigen Maassregeln ergreifen, dass der Brand nach Verlauf von einiger Zeit unterdückt werde. Verdämmungen sind alsdann fast immer unnütz, wegen der in der Gebirgsmasse und den Kohlenpfeilern vorhandenen Klüfte. Das beste Mittel besteht im Gegentheil darin, das Brandfeld mit einer oder mit mehrern Strecken zu durchfahren, so dass ein lebhafter Wetterzug darin bewirkt wird, der das Gestein abkühlt, und keine Erhebung der Temperatur unter dem Einflusse der sich mitten in den zu Bruche gegangenen Materien entwickelnden chemischen Einwirkungen entsteht. Zu diesem Mittel muss man auch greifen, wenn man wahrnimmt, dass sich die Temperatur in gewissen Theilen einer Steinkohlengrube, die sich in den vorhin angegebenen Umständen befindet, erhebt. Man durchfährt das erhitzte Feld mit Wetterstrecken, man nimmt einen Theil der brennbaren Substanzen heraus, und man kann auf diese Weise einen Brand verhindern, der sonst unfehlbar stattgefunden haben würde.

Wiederholung der zu ergreifenden Maassregeln, um einen Grubenbrand zu verhindern oder zu ersticken. Die Möglichkeit eines Grubenbrandes muss bei dem Abbaue mächtiger Steinkohlenflötze stets vorausgesehen werden, und es ist unerlässlich, diesen Umstand bei der anzunehmenden Abbaumethode zu berücksichtigen.

Die einzigen absolut sichern Mittel, um Grubenbrände zu verhindern, bestehen darin, dass man mächtige, zu Tage ausgehende Steinkohlenflötze durch Tagebaue gewinnt, oder bei Grubenbauen die abgebauten Räume vollständig mit Bergen versetzt.

Wendet man Pfeilerabbau an und lässt die Abbaue, nach dem Rauben der Pfeiler, zu Bruche gehen, so müsste man 1) den Pfeilern und den ersten Strecken solche Dimensionen geben, dass die Pfeiler durch den Druck des hangenden Gebirges, vor dem Anfange des Raubens, nicht zerklüftet werden könnten. Man müsste es 2) vermeiden, ein grosses Grubenfeld durch Strecken in Pfeiler vorzurichten, und man müsste den Betrieb so führen, dass das Rauben in einem gewissen Theile der Grube sogleich nach der Vorrichtung und nach dem Abbaue beginnt. 3) Man muss zwischen dem Felde, in welchem das Rauben stattfindet, und den übrigen Bauen starke Kohlenpfeiler stehen lassen, die nur mit den zum Wetterwechsel, zur Fahrung und Förderung nothwendigen Strecken durchfahren sind. Man gelangt auf diese Weise zu dem Abbaue mit Feldern, sowie wir ihn weiter oben mit Hülfe von Fig. 1, Taf. 28, kennen gelernt haben. 4) Man muss das Rauben in denjenigen Theilen des Flötzes beginnen, die dem Ausgehenden am Nächsten sind, wenn die natürlichen Verhältnisse der Lagerstätte so beschaffen sind, und wenn der Abbau in grosser Teufe stattfindet, so muss zuerst in dem Felde geraubt werden, welches von dem Förderschachte am Entferntesten liegt. 5) Sobald das Rauben in einem Felde beendigt ist, so muss man die abgebaueten Theile von den im Betriebe stehenden durch Dämme von Mauerwerk oder von Thon abzuschliessen suchen. 6) Endlich muss man die Dämme mit der grössten Sorgfalt erhalten.

Was nun die Mittel betrifft, vorhandene Brände zu bekämpfen, so bestehen sie in der Errichtung von Dämmen, welche die Luft hindern, zu dem Heerde des Brandes zu gelangen, und wenn diese Mittel nichts helfen, in der Unterwassersetzung der Grube. Endlich muss man Gruben, die schlecht betrieben und mit so vielen unregelmässigen Strecken durchfahren worden sind, dass es unmöglich ist, gewisse Theile von den an-

dern durch Dämme zu isoliren, mittelst Strecken oder selbst mit Schächten, sehr lebhaft ziehende Wetter zuführen, um eine hohe Temperatur, welche von chemischen Reactionen veranlasst wird, und welche unfehlbar die Veranlassung zu Bränden werden würde, zu verhindern.

Selbstentzündungen von Steinkohlenniederlagen und Mittel, sie zu verhindern. Die grossen Anhäufungen von Staubkohlen, die man auf den Halden bei den Gruben, sowie an den Ablagen der Flüsse und Canäle, aufstürzt, bis der günstige Zeitpunct ihres Verkaufs eintritt, erhitzen sich zuweilen und entzünden sich endlich von selbst. Nicht alle Steinkohlen sind gleich entzündlich, auch sind es nicht immer die kieshaltigen, die sich am Leichtesten von selbst entzünden.

Um die Selbstentzündungen der Halden und Niederlagen von kleinen Steinkohlen zu verhindern, ist es hinreichend, am Fusse der Haufen einige horizontale Canäle offen zu erhalten, die man mit senkrechten Canälen oder Essen in Verbindung setzt, die sich bis zur Oberfläche erheben. Der Luftwechsel, welcher mittelst dieser Canäle durch die Steinkohlenmasse stattfindet, verhindert eine solche Temperaturerhöhung, dass eine Selbstentzündung der Kohle erfolgen könnte. Das Schwierige besteht darin, die horizontalen und senkrechten Canäle in den Haufen offen zu erhalten. Man begnügt sich zuweilen damit, diese Canäle mit grossen Steinkohlenstücken, die neben- und aufeinander gelegt worden sind, zu bilden; allein alsdann werden sie bald unter dem Gewichte der Staubkohlen, dem sie zu widerstehen haben, zusammengedrückt und verstopft; denselben Nachtheil haben die aus durchlöcherten Bretern bestehenden Canäle.

In den Steinkohlengruben des Waldenburger Reviers in Niederschlesien machte man 1823 den Vorschlag, den Boden, auf welchen die Staubkohlen aufgestürzt werden sollten, mit einer etwa 1 Fuss starken Schicht von Reisbündeln zu versehen, auf welche man alsdann die Staubkohlen stürzte, indem man nach und nach senkrechte Säulen von Reisbündeln auf dem untern Lager und die etwa 6 Fuss auseinander standen, errichtete. Man bildete auf diese Weise Staubkohlenhaufen von 12 und mehrern Fuss Höhe, ohne dass sie sich jemals entzündet hätten, während vorher dieselben ohne Vorsichtsmaassregeln aufgestürzten Staubkohlen sich erhitzten und in kurzer Zeit Feuer fingen. Die mit Dämpfen geschwängerten Gase entwichen durch das Reisig, und diess dauerte 3 bis 4 Monate lang, worauf die Steinkohle sich abkühlte, und nicht mehr im Stande war, Feuer zu fangen.

In Schlesien hat dies Mittel sehr gute Dienste geleistet, ob es in Frankreich versucht worden ist, weiss ich nicht *).

Von der Erleuchtung der Bergwerke.

Art der Erleuchtung. Die Bergleute führen gewöhnlich Kerzen oder Lampen als Geleucht in den Grubenbauen mit sich. Die Füllorte und die Förderstrecken, welche lange gerade Linien darbieten, können allein mit festen Flammen erleuchtet werden.

In vielen metallischen Bergwerken, sowie auch in den französischen Steinkohlen-Bergwerken des Nord-Departements besteht das Geleucht der Bergleute aus Talglichtern,

*) Mehr über Grubenbrand findet man in Karsten's Archiv, 1. Reihe, Band 2. Heft 2. S. 82 etc.; 2. Reihe, Bd. 1. S. 357 etc.; Bd. 2. S. 234 etc.; B. 4. S. 218 etc. und Bd. 8. S. 137 etc. H.

von denen etwa 32 auf die Kilogramme gehen. Sie werden in einem eisernen Stiele befestigt, der in der Mitte eine Oeffnung und an dem einen seiner Enden eine Spitze hat, damit man ihn in der Zimmerung oder in den Gesteinsklüften befestigen könne. Wenn der Bergmann die Fahrten hinabfährt, so steckt er den spitzen Theil des Heftes in eine Art von Futteral oder ledernen Ring, der an der vordern Seite seines Hutes angebracht ist. In den Steinkohlengruben von Anzin erhält jeder Bergmann in einer achtstündigen Schicht 4 Lichter, die zusammen 125 Grammen wiegen.

Bei'm Abbaue mächtiger Steinkohlenflötze, oder mächtiger Gänge, wie der des Harzes, würden die kleinen Talgkerzen kein hinlängliches Licht geben, weshalb man im Allgemeinen grosse eiserne Lampen anwendet, deren Behälter 150 bis 200 Grammen Oel aufzunehmen vermag. Dieser Behälter, der eine sehr platte, ellipsoidische Gestalt hat, hängt mittelst einer Gabel oder eines Bügels und eines sich drehenden Nagels an einer zugespitzten und in der Nähe seines Endes mit einem gekrümmten Haken versehenen eisernen Stange. Der Haken dient dazu, die Lampe bei'm Fahren auf den Fahrten zwischen dem Daumen und dem Zeigefinger aufzuhängen, und in der Grube befestigt man sie mittelst der Spitze in der Zimmerung oder in einer Gesteinskluft.

Die Lampen sind den Lichtern auf den Strecken, wo ein lebhafter Wetterzug stattfindet, vorzuziehen.

Die Erleuchtungskosten mit Lampen betragen in einer achtstündigen Schicht 15 bis 25 Centimen, je nach den Oelpreisen, und jenachdem der baumwollene Docht dicker oder dünner ist. In den Steinkohlenbergwerken des Loire-Beckens, schätzt man die Erleuchtungskosten in der Schicht auf 25 Centimen oder 2 Silbergroschen.

Erleuchtung der Bergwerke mit brennbarem Gase. Ehemals bediente man sich zur Erleuchtung der Strecken, auf denen Entwickelung von schlagenden Wettern stattfand, des Kanton-Phosphors *) oder einer stählernen Mühle, welche gegen einen Feuerstein rieb. Das auf diese Weise erlangte Licht war sehr unzulänglich; auch bediente man sich dieses Erleuchtungsmittels nur an den Puncten, wo die Wetter durch eine starke Beimischung von Kohlenwasserstoffgas schlagend wurden, und an den andern Puncten solcher Gruben behielt man das gewöhnliche Geleucht bei. Uebrigens scheint es, dass die Funken des Feuerrades die schlagenden Wetter oft entzündet haben.

Davy'sche Sicherheitslampe. Die Erfindung der Sicherheitslampe verdanken wir dem verewigten englischen Chemiker Davy; sie ist nichts anders, als eine gewöhnliche Lampe, deren Docht von einem Cylinder, der aus Metallgaze besteht und auf den Oelbehälter geschraubt, umgeben ist. Der berühmte Chemiker überzeugte sich, dass die durch die Verbrennung des Leuchtgases aus der Destillation der Kohle erlangte Flamme, in einem gewissen Verhältnisse mit der atmosphärischen Luft vermischt, von einer Metallgaze, bestehend aus Draht von $\frac{1}{40}$ bis $\frac{1}{50}$ Zoll Durchmesser ($\frac{5}{10}$ bis $\frac{6}{10}$ des Millimeters), welche ohngefähr 676 bis 900 Oeffnungen auf den englischen Quadratzoll enthielte (100 bis 140 auf das Quadratcentimeter), unterbrochen werde, und dass das sich in den Steinkohlengruben entwickelnde Gas stets weniger entzündlich sey, als das Leuchtgas.

*) Der Kanton-Phosphor ist ein Gemenge von Kalk aus gebrannten Austerschalen und von Mehl. Dem Lichte ausgesetzt und dann in's Dunkle gebracht, phosphorescirt das Gemenge; jedoch behält es seine Phosphorescenz nur eine kurze Zeit bei.

Wenn man daher auf den Behälter einer gewöhnlichen Lampe einen solchen Gazecylinder festgeschraubt hat, so kann sich das Gemenge von atmosphärischer Luft und brennbarem Gase in dem Innern des Mantels entzünden, ohne dass sich das Feuer nach Aussen mittheilt. Davy bestätigte es, dass ein etwas lebhafter Luftstrom oder ein Strom von brennbarem Gase mit mässiger Geschwindigkeit, und auf die Flamme gerichtet, stets hinreichend sey, dass diese durch das Metallgeflecht dringe und sich der umgebenden Atmosphäre mittheile. Die Davy'sche Lampe wurde von den Bergleuten als eine Wohlthat aufgenommen, und ihre Anwendung verbreitete sich sehr schnell durch die Steinkohlenbergwerke Northumberlands, besonders da sie von Bergwerks-Inspectoren dieser Provinz, wie Herr Buddle u. A., dringend empfohlen wurde. Man machte den Gazecylinder anfänglich etwa 54 Millimeter weit und 20 bis 22 Centimeter hoch. Das obere Ende des Cylinders wurde durch ein kleines Kupferblech verschlossen, welches kleine Oeffnungen von etwa 1 Millimeter Durchmesser hatte; um den umgebogenen Rand dieses Kupferplättchens wurde die Gaze mittelst eines Drahtes und einer an dem Rande befindlichen Kehle, befestigt; oder es bestand der Deckel aus doppelter Metallgaze, wie die Wände. Die Davy'sche Sicherheitslampe ist in Fig. 4, Taf. 27 dargestellt.

Die Benutzung dieser Lampe hat zu keinem Unfalle Veranlassung gegeben, sobald sie nur mit den Vorsichtsmaassregeln gebraucht wurde, die Davy selbst angegeben hatte, oder sobald eine starke Bewegung der Luft, herbeigeführt durch den Fall der Lampe, oder durch irgend einen andern Zufall, nicht den Durchgang der Flamme durch das Geflecht veranlasste. Sie giebt auch hinlängliches Licht auf niedrigen Strecken, die auf Steinkohlenflötzen getrieben worden sind, deren Mächtigkeit 1 bis 2 Meter nicht übersteigt. Dagegen ist aber das Licht nicht hinreichend bei'm Abbaue mächtiger Steinkohlenflötze, bei denen der Bergmann das Opfer plötzlicher Brüche werden muss, die er hätte kommen sehen müssen, wenn er die Klüfte in dem Gesteine hätte sehen können. Als demnach die Regierung die ausschliessliche Benutzung Davy'scher Sicherheitslampen in den Steinkohlenbergwerken von Rive-de-Gier, die schlagende Wetter enthalten, vorgeschrieben hatte, beklagten sich die Bergleute über den Mangel an Licht. Man suchte diesen Mangel zu verbessern, indem man die Dimensionen des Behälters und des Gazecylinders, gegen die in England und zu Anzin angewendeten Lampen, vergrösserte. Man machte den Cylinderdurchmesser bis 65 Millimeter weit, behielt ein Geflecht von 140 Oeffnungen auf das Quadratcentimeter und eine Höhe von 20 Centimetern bei. Man fand die Lampen eben so sicher, als die kleinern; sie gaben ein weit besseres Licht, liessen aber in dieser Beziehung noch Vieles zu wünschen übrig.

Ohngeachtet der Einführung der Davy'schen Lampen in den Steinkohlenbergwerken mit schlagenden Wettern in England und auf dem Festlande, haben doch stets Explosionen des brennbaren Gases stattgefunden; ja es ist gewiss, dass die Anzahl der Unglücksfälle dieser Art, welche sich in den Gruben des nördlichen Englands ereignet haben, in den Jahren nach der Einführung der Davy'schen Lampe bedeutender waren, als vorher. Die Ursache davon besteht, ohne Zweifel, in der grössern Entwickelung des Steinkohlenbergbaues, und dass man es wagte, mit der Davy'schen Lampe bewaffnet, Baue wieder aufzunehmen, die vorher als unzugänglich betrachtet wurden, und dass man es ferner wagte, das Rauben der Pfeiler vorzunehmen, welches mit der ältern Erleuchtungsmethode zu gefährlich war. Endlich muss man eingestehen, dass das in die Sicherheitslampe gesetzte Zutrauen eine minder scharfe Beaufsichtigung auf

die Wetterführung veranlasst und die geschickten Bergleute von Versuchen und Untersuchungen zurückgehalten hat, um diese Wetterführung zu verbessern. Davy hat es bestätigt und bekannt gemacht, dass die Flamme durch die Metallgaze seiner Lampe dringe, wenn sie durch einen Luftstrom gegen das Geflecht getrieben werde. Er war daher veranlasst worden, die Flamme gegen die Strömungen durch einen Schirm zu schützen. Diese Umstände, welche den Grad der Sicherheit des Apparats sehr verminderten, sind zu wenig berücksichtigt worden, und wenn sich Unglücksfälle ereigneten, so war man stets zu sehr geneigt, die Ursache auf die Unvorsichtigkeit der Arbeiter, auf eine schlechte Anfertigung der Lampen, oder auf eine Vernachlässigung bei ihrem Unterhalte zu schieben, statt sie einer unzureichenden Wetterführung, der ersten Ursache des Uebels, zuzuschreiben.

Versuche Bischoffs über die Lampen mit Metallgeflechten. In den letztern Jahren hat Herr Professor Bischoff zu Bonn, dessen wir schon bei den Untersuchungen über die Zusammensetzung der brennbaren Gase in den Steinkohlengruben erwähnten, directe Versuche mit Sicherheitslampen von verschiedenen Durchmessern in Gemengen von Luft und von brennbaren Gasen, welche sich in einigen Steinkohlengruben des Saarbrücker Beckens und in denen des Fürstenthums Schaumburg entwickelten, angestellt. Auf einer Strecke der Gerhard-Grube bei Saarbrücken, auf welcher sich schlagende Wetter entwickelten, wurde zu dem Ende in dem Dachgesteine der Firste eine Vertiefung gehauen. Dieses Uebersichbrechen war etwa 4,30 Meter hoch, 1,50 Meter lang und etwa 1 Meter breit, so dass es einen räumlichen Inhalt von 6,45 Cubikmeter hatte.

Man fertigte 6 Arten von Messingdrahtgeweben an, und von jeder Art machte man 5 Cylinder mit verschiedenen Durchmessern, so dass man 30 Cylinder hatte, deren Durchmesser und die Anzahl der Oeffnungen auf das Quadratcentimeter in der folgenden Tabelle angegeben worden sind:

Anzahl d. Oeffnungen auf das Quadratcentimet.	Durchmesser in Millimetern.				
	40	46	56	60	79,5
57	Nr. 1	Nr. 2	Nr. 3	Nr. 4	Nr. 5
46	6	7	8	9	10
28	11	12	13	14	15
24	16	17	18	19	20
16	21	22	23	24	25
9	26	27	28	29	30

1) Die Lampe Nr. 1 wurde in den mit schlagenden Wettern angefüllten Raum hineingezogen, das Metallgewebe wurde sofort rothglühend. Als man sie höher zog, erlosch sie. Sie wurde 10 Minuten in dem mit Gas angefüllten Raume aufgehängt.

2) Dasselbe fand mit der Lampe Nr. 2 statt.

3) Die Lampe Nr. 3 wurde rothglühend, sobald man ihr eine schnelle drehende Bewegung ertheilte; nachdem sie 6 Minuten auf diese Weise aufgehängt worden war, verbrannte die Schnur, an der sie hing, die Lampe fiel herab, ohne jedoch Veranlassung zu einer Explosion zu geben.

4) Die Lampe Nr. 4 wurde sofort rothglühend, wenn man sie rasch drehte. Nach 5 Minuten erlosch sie mit einer Art von Brausen. Der Oelbehälter und der Cylinder waren so heiss, dass man sie kaum berühren konnte.

5) Die Lampe Nr. 5 wurde sofort rothglühend, als man ihr eine schnelle drehende Bewegung ertheilte. Man liess sie 8 Minuten lang in diesem Zustande, worauf eine Explosion entstand. Untersuchte man das Gewebe recht nahe, so fand man, dass es verbrannt worden war, da es zu lange Zeit glühend geblieben.

Die 5 folgenden Lampen, welche 46 Oeffnungen auf das Quadratcentimeter hatten, wurden ähnlichen Versuchen unterworfen: man hing sie während eines Zeitraums von $5\frac{1}{2}$ bis $8\frac{1}{2}$ Minuten in dem explodirenden Gemenge auf, indem man sie von Zeit zu Zeit bewegte. Als man die Lampen zurücknahm, kochte das Oel in dem Behälter. Es fand jedoch in keinem Falle eine Explosion statt.

Die Lampen Nr. 11, 12, 13 und 14, deren Cylinder 28 Oeffnungen auf das Quadratcentimeter hatten, wurden ähnlichen Versuchen unterworfen.

Die Lampe Nr. 11 wurde sogleich rothglühend. Nach 6 Minuten gab man ihr, 1 Minute lang, eine sehr schnelle Bewegung. Es fand keine Explosion statt.

Die Lampe Nr. 12 wird sogleich rothglühend; sie erlosch nach zwei Minuten.

Die Lampe Nr. 13 wird ebenfalls sogleich rothglühend; sie blieb $7\frac{1}{2}$ Minuten lang aufgehängt.

Die Flamme wurde sehr hell und warf Funken. Sie erlosch ohne Explosion, als man der Lampe eine schnelle Bewegung mittheilte.

Die Lampe Nr. 14 hatte einen Gazecylinder mit 28 Oeffnungen auf das Quadratcentimeter und 60 Millimeter Durchmesser, und sie theilte sogleich die Entzündung nach Ausserhalb mit. Die andern Lampen wurden nicht probirt.

(Die Versuche wurden nicht selbst vom Professor Bischoff, sondern von dem Obersteiger Müller zu Luisenthal angestellt.)

Die Lampen wurden auch in dem Gase der Grube von Wellesweiler versucht; allein die Versuche waren weder so zahlreich, noch so entscheidend. Herr Bischoff glaubt erkannt zu haben, dass das Gas zu Wellesweiler Veranlassung zu weit stärker explodirenden Gemischen giebt, als das in der Gerhardgrube. Jedoch wurden die Versuche nicht mit so vieler Sorgfalt angestellt, als dass man die Resultate für sicher hätte ansehen können.

Endlich untersuchte Herr Bischoff die Sicherheitslampen in dem brennbaren Gase, welches aus einem artesischen Brunnen im Fürstenthum Schaumburg ausströmte; dieses Gas enthielt nach seiner Analyse 16 Procent ölbildendes Gas. Er stellte die zu untersuchende Lampe, nachdem sie angezündet war, in die Oeffnung des Pumpenrohrs. Er fand, dass die Lampen, welche in den schlagenden Wettern der Gerhard- und der Wellesweiler-Grube vollkommen sicher, es hier nicht waren, und die Entzündung nach Aussen mittheilten. Darauf versuchte er die Lampen, deren man sich im Schaumburgischen bedient, und deren Cylinder 93 Oeffnungen auf das Quadratcentimeter hatten. Unter keinem Umstande war es möglich, dass diese Cylinder die Entzündung nach Aussen mittheilten. Es war demnach das Gas am letztern Orte weit gefährlicher, als am erstern, welches von dem Vorhandenseyn von zweifach gekohltem Wasserstoffgase herrührt.

Es ging aus den Versuchen des Herrn Bischoff hervor, dass die Anzahl der Oeffnungen des Gewebes in Steinkohlengruben mit Sicherheit auf 100 festgestellt wer-

den könne. Jedoch rathe ich, Gase von 120 bis 140 Oeffnungen auf das Quadratcentimeter zu nehmen, wie es auch im Allgemeinen in England, Frankreich, Belgien und Deutschland geschieht. Wirklich ist es klar, dass es möglich ist, in den Gruben Gemenge zu finden, die weit entzündlicher als die sind, welche in der Gerhardgrube untersucht wurden, deren chemische Zusammensetzung man jedoch nicht bestimmt hat. Alles, was man aus den Versuchen des Herrn Bischoff folgern kann, ist das, dass die Vermehrung des Cylinder-Durchmessers von Metallgaze über gewisse Grenzen hinaus die Lampe weit weniger sicher macht.

Neue Sicherheitslampen. Lampe von Upton und Roberts. Die zahlreichen Beobachtungen, aus denen hervorgeht, dass die Flamme, wenn sie in einen Luftstrom kommt, durch Geflechte von 100 bis 140 Oeffnungen auf das Quadratcentimeter geht, und die Unzulänglichkeit des Lichts der Davy'schen Lampen in vielen Fällen haben eine mehrfache Veränderung derselben veranlasst, um sie sicherer zu machen, oder um ihre Leuchtkraft zu erhöhen. Unter den vielen Lampen, welche dem Untersuchungs-Comité des Hauses der Gemeinen vorgelegt wurden, zeichnete sich besonders die aus, welche von I. Roberts, einem alten Bergmanne, verbessert worden war. Sie unterscheidet sich von der Davy'schen Lampe: 1) dadurch, dass der Gazecylinder, von seiner Basis bis zu der Hälfte oder bis zu $\frac{2}{3}$ seiner Höhe, von einem dicken Cylinder von Crystallglas umgeben wird, den ein Cylinder von Messing hält, welcher den obern Theil der Metallgaze umgiebt und an der Krone festgeschraubt ist, den die 4 oder 5 Stäbe von Eisendraht, die das äussere Gestell der Lampe bilden, tragen. Der Crystall-Cylinder wird durch den messingenen zwischen zwei ringförmige Scheiben von Tuch gedrückt, von denen die eine an dem untern Theile des letztern Cylinders angebracht ist, und die andere auf dem Behälter der Lampe ruht; 2) da auf diese Weise der Zutritt der Luft von der Seite verhindert worden ist, so gelangt die zur Verbrennung des Dochtes erforderliche Luft durch eine Reihe runder Löcher in die Lampe, die rings um den obern Theil des Behälters, in der Höhe des Fusses von dem Dochthalter, vorhanden sind. Er geht durch zwei ringförmige Scheiben von sehr feiner Metallgaze, die mit leichten messingenen Einfassungen versehen, und die horizontal über der Reihe von Oeffnungen angebracht sind; 3) nachdem die Luft diese doppelte Gaze durchströmt hat, verbreitet sie sich immer noch nicht frei in die Lampe, sondern sie erhält ihre Richtung nach dem Dochte zu, dessen Verbrennung sie speisen soll, und zwar geschieht diess durch ein Stück, welches der Erfinder den Kegel nennt; seine Gestalt ist fast die des Mundstücks von einem Horne, dessen weitere Basis auf dem Oelbehälter ruht, und welches in der Höhe des Dochthalters abgeschnitten ist, wo eine kreisrunde Oeffnung enthalten ist, in deren Mitte sich der Docht befindet, die jedoch grösser als der Docht ist. Alle in die Lampe eindringende Luft strömt also dicht an dem Dochte weg, und die Erfahrung zeigt, dass die in den Seitentheilen der Lampe, in der Nähe der Metallgaze und zwischen derselben und dem Glascylinder befindliche Luft gar nicht geeignet zur Unterhaltung der Verbrennung ist.

Die Versuche, die von der Commission des Hauses der Gemeinen mit der Robert'schen Lampe, und die von mir selbst mit einer solchen, welche die Generaldirection der Bergwerke von London kommen liess, angestellt wurden, beweisen, dass sie unter allen Umständen und mitten in den explodirendsten Gemischen, welche in Steinkohlengruben vorkommen können, vollkommen sicher ist.

So veranlassen die Geschwindigkeit des Wetterzuges, die Bewegung der Lampen mitten in den schlagenden Wettern, niemals einen Durchgang der Flamme durch das Geflecht. Bei den Versuchen vor der englischen Commission liess man einen Strom von brennbarem Gase, bestehend aus 3 oder 4 Volumtheilen reinem Wasserstoff, und aus 1 Theil Leuchtgas, durch die Lampe gehen. Die Lampe von Roberts widerstand dieser Probe vollkommen, wogegen die Lampen von Davy, Stevenson und allen Uebrigen, welche diesem Versuche unterworfen wurden, die Flamme hindurchgehen liessen. Bei den von mir selbst angestellten Versuchen habe ich reines Wasserstoffgas angewendet, und es ist mir nur bei sehr vielen unnützen Versuchen ein einziges Mal gelungen, die Flamme durch die Oeffnungen gehen zu lassen, welche zum Einströmen der Luft dienen.

Es ist mir unbekannt, ob die Roberts'sche Lampe, ohnerachtet ihrer unbestreitbaren Vorzüge hinsichtlich der Sicherheit gegen die Entzündbarkeit der Gase, in den Bergwerken Englands eine allgemeinere Anwendung gefunden hat. Man könnte fürchten, dass der äussere Glascylinder zerbrechen und dadurch der Apparat in eine gewöhnliche Davy'sche Lampe verwandelt würde; jedoch scheint mir diese Gefahr von geringer Wichtigkeit zu seyn, weil das Glas so gut geschützt ist, dass ein Zerbrechen desselben nur zu den seltenen Zufällen gehören kann. Ein weit grösserer Einwand gegen die Benutzung dieser Lampe in den Bergwerken besteht darin, dass sie noch weit weniger Licht giebt, als die Davy'sche.

Lampe von du Mesnil. Herr E. du Mesnil hat im Jahre 1838 eine Sicherheitslampe erfunden, welche nach ähnlichen Principien wie die Roberts'sche eingerichtet, aber dennoch von derselben verschieden ist.

Bei der du Mesnil'schen Lampe (Taf. 28, Fig. 5) ist der Oelbehälter seitwärts angebracht, und das Oel gelangt durch einen Canal zum Dochte, der unter der kreisrunden Platte *P* angebracht ist. Der Docht ist platt und besteht aus baumwollenem Gewebe. Die zur Verbrennung nothwendige Luft wird den beiden Flächen durch zwei geneigte Canäle *CC'* zugeführt, welcher mit einer Metallgaze von Eisen- oder Messingdraht bedeckt ist, die man, wenn sie abgenutzt ist, sehr leicht auswechseln kann. Der Gazecylinder der Davy'schen Lampe ist weggelassen und durch einen Cylinder von sehr starkem ausgekochten Krystallglase *M* ersetzt. Auf diesem Cylinder liegt der Deckel *P'* und steht einige Centimeter darüber hinaus. Der von den beiden Scheiben *P* und *P'* eingeschlossene Glascylinder wird durch Stäbchen von Eisendraht geschützt, die weit genug auseinanderstehen, dass sie das Durchfallen des Lichtes nicht wesentlich hindern können. Ueber dem Deckel *P'* erhebt sich eine Esse von einem geringern Durchmesser, als der des krystallenen Cylinders, und von nicht unbedeutender Höhe. Sie hat eine doppelte Wand; die innere tritt etwas in die Lampe hinein und erweitert sich daselbst trichterförmig, oben endigt die Esse in eine enge Oeffnung, welche jedoch mit keiner Metallgaze versehen ist. Die ganze Höhe der Lampe, mit Einschluss der Esse, beträgt 0,40 bis 0,44 Meter.

Die du Mesnil'sche Lampe gewährt dieselbe Sicherheit, wie die Roberts'sche, solange sie unbeschädigt bleibt. Zu Paris und zu St. Etienne angestellte Versuche beweisen, dass sie die den Glascylinder erfüllende Flamme nicht durchströmen lässt, wenn sie von einem explodirenden Gemische umgeben, welches weit entzündlicher, als das in den Gruben vorkommende, ist. Man hat es auch zu St. Etienne versucht, Wassertropfen gegen das Glas zu spritzen, wenn das Gas heftig in dem Cylinder brannte;

das Glas zersprang entweder gar nicht, oder die Risse erfolgten nur so, dass die Stücke sich nicht voneinander trennten. Endlich leuchtet diese Lampe besser, als alle andern, welches ein Punct von der grössten Wichtigkeit ist.

Versuche, die zu Lüttich von einer Commission von Ingenieuren angestellt worden sind. Die belgische Regierung liess zu Lüttich eine Commission zur Prüfung der Grubenlampen zusammentreten, deren Berichte in den *Annales des travaux publics en Belgique, Tom. I*, veröffentlicht worden sind.

Die Commission hat gefunden, dass das Zerreissen von 3 oder 4 aneinander liegenden Maschen, oder runder Oeffnungen von 3 bis 5 Millimeter Durchmesser, die, 6 bis 8 Centimeter über dem Dochte, in dem Gewebe, oder in der messingenen Haube über dem Gazecylinder, gemacht werden, nicht hinreichend waren, dass sich die Verbrennung aus dem Innern nach dem Aeussern der Flamme fortpflanzte. Die Commissaire konnten nur bemerken, dass solche Mängel Störungen an der Lampe veranlassten; die Flamme fing an zu flackern, mehrmals sah man eine Flammenspitze aus einer von den Oeffnungen bis auf $\frac{1}{2}$ Centimeter Entfernung von den Metallnetzen heraustreten und sogleich erlöschen, „wahrscheinlich", sagt die Commission, „weil sie durch ein zu starkes Verhältniss von Kohlensäure erstickt wurde, das aus der Verbrennung erfolgte und durch die Oeffnung, welche die Flamme hindurchliess, ebenfalls ausströmte."

Während nun eine Oeffnung von 5 Millimeter Durchmesser an dem obern Theile des Cylinders die sichernden Eigenschaften der Davy'schen Lampe unter den gewöhnlichen Umständen nicht vermindern konnte, war eine Oeffnung von weniger als 2 Millimetern in der Höhe des Dochtes hinreichend, um eine Explosion zu veranlassen. Diese Explosion wurde begünstigt, wenn der Strom von dem Gase oder von dem Gemisch auf den Docht gerichtet wurde. Die Versuche wurden in Gemischen von verschiedenen Verhältnissen von ölbildendem Gase aus der Destillation der Steinkohle, im Gemische mit atmosphärischer Luft, mit Lampen angestellt, deren Gaze 144 Maschen auf das Quadratcentimeter hatte, nämlich: Stärke des Drahtes $\frac{28}{100}$ Millimeter; Weite der Oeffnungen $\frac{56}{100}$ Millimeter, so dass $\frac{5}{9}$ voll und $\frac{4}{9}$ leer sind.

Die Davy'sche Lampe, in einem Gemische von Luft und von reinem Wasserstoffe versucht, liess die Flamme durchschlagen, selbst wenn der Cylinder 215 Maschen auf das Quadratcentimeter hatte.

Die Lampe von Upton und Roberts widerstand in diesem letzteren Gemische.

Wenn man von derselben Lampe den Glascylinder wegnahm und sie in ein explodirendes Gemisch von Luft und ölbildendem Gase brachte, so erfolgten zwei Mal hintereinander Explosionen. Diess rührt daher, weil die Gaze an diesen Lampen nur 100 statt 144 Maschen auf das Quadratcentimeter hatte. Auch war der Draht so dünn, dass derselbe nur $\frac{7}{16}$ von dem Raum einnahm und $\frac{9}{16}$ leer blieben.

Die du Mesnil'sche Lampe widerstand in einem Gemische von Luft und ölbildendem Gase, sowie in einem Gemische von Luft und reinem Wasserstoffgase, wenn die Metallgaze, welche die Canäle, durch welche die Luft einströmt, bedecken, ungefähr 400 Maschen auf das Quadratcentimeter haben. Dieselbe Lampe widerstand auch noch in Gemischen von atmosphärischer Luft und ölbildendem Gase, wenn die Metallgaze von 400 Maschen auf das Quadratcentimeter durch Gaze von Eisendraht von 144 und selbst durch Gaze von Kupferdraht von 126 Maschen auf das Quadratcentimeter ersetzt wurde. In dem Gemische von atmosphärischer Luft und reinem Wasserstoffgase fand eine Explosion statt, wenn die Metallgaze von 400 Maschen durch solche von Kupferdraht von

nur 215 Maschen auf das Quadratcentimeter ersetzt wurde. Die Commission war in diesem letztern Falle nicht überzeugt, ob die Explosion durch die Rückkehr der Flamme gegen den Luftstrom, der durch die Metallgaze eindrang, stattfand, oder ob sich die Verbrennung durch die obere Oeffnung der Esse mitgetheilt hatte.

Die Vorzüge der du Mesnil'schen Lampe gegen die übrigen bestimmten die Commission, neue Versuche mit derselben in der Gasanstalt zu Lüttich vorzunehmen, während sie zugleich in mehreren Gruben praktischen Proben unterworfen wurde. Diese Versuche sind der Gegenstand eines zweiten Berichts der Commission, der folgende Resultate enthält:

Die Lampe wurde zuvörderst in Glocken versucht, welche explodirende Gemische von atmosphärischer Luft und ölbildendem Gase, oder von Luft und Wasserstoffgase enthielt. Die Lampe hatte ihre gewöhnlichen Verhältnisse, allein man hatte die sphärische Haube, welche die Esse bedeckt, weggenommen.

Ferner wurde sie mit einer weit kürzern Esse versucht, die über dem Deckel nur 15 Centimeter statt 23 hervorstand.

In keinem Falle veranlasste die Lampe, wenn sie übrigens gut angefertigt war eine Explosion. Eine einzige Lampe liess die Flamme in einem Gemenge von Wasserstoff und Luft herausdringen, und die Commission hat sich überzeugt, dass diess daher rühre, weil der Arbeiter einen zu grossen Spielraum zwischen dem Stiele des Dochtträgers und den Wänden der Oeffnung in der untern Platte gelassen habe. Dieser leicht zu verbessernde Mangel veränderte übrigens die sichernden Eigenschaften der Lampe in dem Gemenge von Luft und ölbildendem Gase nicht.

Die du Mesnil'sche Lampe giebt ebensoviel Licht, als drei gewöhnliche Davy'sche, indem sie nicht viel mehr Oel verbrennt, als eine von diesen; sie brennt und leuchtet vollkommen 8 und selbst 10 Stunden lang, ohne dass man etwas Anderes zu thun hätte, als den Docht zwei oder drei Mal höher zu stellen. Der in den Gruben oft sehr häufige Kohlenstaub hindert ihre Leistungen durchaus nicht.

Müseler'sche Lampe. Die Commission untersuchte noch zwei Modelle von Lampen, die ihr von den Herren Lemielle und Müseler vorgelegt wurden. Die letztere Lampe bestand aus einem Oelbehälter von derselben Einrichtung, wie bei den gewöhnlichen Davy'schen Lampen. Der Dochtträger, sowie das zum Putzen dienende Stäbchen sind ebenfalls auf dieselbe Weise eingerichtet. Der Mantel besteht am untern Theile und etwa auf $\frac{2}{5}$ der Höhe aus einer Glasröhre, welche gegen die äussern Stösse durch 6 senkrechte Stäbe geschützt ist, die unten in einem Ringe befestigt sind, der auf die Peripherie des Behälters aufgeschraubt worden und oben mit einem kupfernen Kranze versehen ist. Ueber dieser Röhre ist ein Cylinder von Metallgaze befindlich, der oben durch eine Kappe von Kupfer, welche kleine Oeffnungen enthält, geschlossen ist. Aus den Oeffnungen dieses Cylinders und der Kappe entweichen die von der Verbrennung herrührenden Gase. Ueber der Glasröhre ist eine Scheibe von Drahtgaze horizontal angebracht, und trennt folglich den obern cylindrischen, von der Gaze umgebenen Theil von demjenigen, welcher den Docht enthält. Eine cylindrische oder etwas conische Röhre, von dünnem Eisen oder von Weissblech, geht durch die Mitte der horizontalen Scheibe, mit welcher sie an ihrer Peripherie vernietet ist. Diese als Esse dienende Röhre geht fast bis zur Mitte von der Höhe des Glascylinders nieder und ist an seiner untern Oeffnung erweitert. Er verlängert sich über der Scheibe bis etwa

zur halben Höhe des Gazemantels. Die Form und die Dimension der Müseler'schen Lampe sind wenig von der Davy'schen verschieden.

Von der du Mesnil'schen Lampe unterscheidet sie sich dadurch, dass die zur Verbrennung erforderliche Luft, statt seitwärts durch Leitungsröhren, welche mit Metallgaze bedeckt sind, zum Docht gelangt, über den Rändern des Glascylinders eintritt und längs den innern Wänden dieses Cylinders herabgeht, während der aus der Verbrennung erfolgende Strom von heissen Gasen sich in der Achse der Lampe in die Esse erhebt, welche an der Scheibe von Drahtgaze befestigt worden ist.

Die Müseler'sche Lampe leuchtet fast ebenso stark, als zwei Davy'sche.

Sie ist sicher in einem Gemenge von Wasserstoff und Luft, sowie auch in einem Gemenge von Kohlenwasserstoff und Luft. Es ist selbst sehr bemerkenswerth, dass in einem Gemenge von Wasserstoff und Luft diese Lampe selbst dann keine Explosion veranlasst hat, als man den obern Cylinder von Drahtgaze weggenommen hatte; „es lässt sich diess", sagt der Bericht, „nur dadurch erklären, dass ein Theil der Producte von der Verbrennung um den untern Theil der Esse ausströmt, welches hingereicht hat, um das zum Dochte gelangende Gemisch von Luft und Wasserstoff unexplodirbar zu machen."

Die belgische Commission sieht eine grosse Vervollkommnung in der Einrichtung, dass die Luft zur Speisung der Verbrennung von Oben und nicht von Unten einströmt, weil, wenn die Grubenwetter brennbare Gase enthalten, und die erste Wirkung dieser Gase darin besteht, die Lebhaftigkeit der Verbrennung und das Volum der verbrannten Gase momentan zu vermehren, ein Theil derselben mit dem eindringenden Luftstrome sich vermischen würde, welches nicht allein jede Explosion unmöglich machen, sondern auch dazu beitragen würde, die glühenden Theile sehr schnell zu ersticken.

Versuche, die in Frankreich mit der du Mesnil'schen und Müseler-schen Lampe angestellt worden sind. In Frankreich hat man in den Bergwerken zu Anzin, Rive-de-Gier und Grand Combe die du Mesnil'schen und Müseler-schen Lampen untersucht. Man hat gefunden, dass die erstere schwer transportirbar sey und bei der geringsten Bewegung erlösche. Die zweite hat dieselben Nachtheile, als die erstere, jedoch in einem geringern Grade; allein sie hat den Nachtheil, eine nur sehr niedrige Zone erleuchten zu können, da es erforderlich ist, die untere Oeffnung der blechernen Esse dem Dochte sehr nahe zu bringen, um den aufsteigenden Strom der verbrannten Gase von dem längs den Glascylinderwänden niedergehenden Luftstrom, der die Verbrennung speis't, zu trennen. Dieser Mangel ist hauptsächlich auf hohen Strecken bedeutend und kann zu bedeutenden Unfällen Veranlassung geben.

Versuch einer Lampeneinrichtung, welche die Vortheile der verschiedenen Systeme vereinigt. Ich habe es versucht, die eigenthümlichen Vortheile der Lampen von Roberts, du Mesnil und Müseler in einem Apparate zu vereinigen, welcher keinen von den Nachtheilen dieser drei Systeme hat. Die Fig. 4, Taf. 28, stellt die auf diese Weise veränderte Lampe dar, welche nach den von mir damit angestellten Versuchen für den Gebrauch sehr zweckmässig zu seyn scheint. *R* ist der Oelbehälter, welcher dieselbe Einrichtung hat, wie die gewöhnliche Lampe von Davy und Roberts. Er ist mit einem cylindrischen Rande versehen, der in dem Theile, welcher an dem Deckel des Behälters anliegt, mit einer Reihe runder Löcher versehen ist, durch welche die zur Verbrennung nöthige Luft einströmt. Diese Luft geht durch zwei übereinander liegende Scheiben von Metallgaze, die 150 bis 200 Oeff-

nungen auf das Quadratcentimeter hat und an ihrem Umkreise auf einem Vorsprunge des Randes über der Löcherreihe ruht. Diese Scheiben, von denen eine in Fig. 4 (*B*), dargestellt worden ist, werden, wie die Dochtträger, von einem Ringe gehalten, der auf eine kleine Röhre mit Schraubengängen geschraubt wird, welche die Oeffnung des Dochtträgers umgiebt. Eine Scheibe *c,c*, welche mit einer concentrischen Oeffnung für den Docht versehen ist, liegt über den Scheiben und führt die ganze Luft, welche die Metallgaze durchströmt hat, dem Mittelpuncte der Lampe und der Flamme zu. Diese Scheibe wird durch das Gestell an ihrem Platze erhalten, welches die obere Umgebung der Lampe umgiebt; es besteht aus 6 senkrechten Stäben von Eisendraht, welche in zwei kupfernen Ringen *V* und *V'* befestigt sind. Der Ring *V* wird auf den obern Rand des Oelbehälters geschraubt. Alle diese Einrichtungen sind von der Roberts-schen Lampe entlehnt. Der aus einem Glascylinder *CC* bestehende Mantel steht auf einer Tuchscheibe, die auf dem Umrisse des untern Ringes festgeleimt worden ist. Er wird durch den obern Theil der Lampe festgehalten, welcher aus einer cylindrischen Esse von Metallgaze *K* besteht, die durch 4 Drahtstäbe geschützt ist, ferner aus einem kupfernen Ringe, der eine Scheibe von Drahtgaze trägt und an der äussern Peripherie mit Schraubengängen versehen ist, damit man ihn in das Innere des Ringes *V'* einschrauben könne, und damit er auf den obern Rand des Glascylinders drücke und denselben an seiner Stelle erhalte. Ein Kranz von Tuch ist auf den Boden einer ringförmigen Kehle festgeleimt, gegen welche der Rand dieses Cylinders tritt. Endlich enthält die Drahtgaze in ihrer Mitte eine kleine kupferne Röhre, welche in das Innere des Glascylinders eintritt, als Esse dient und den Zug, sowie das Ansaugen der Luft durch die Oeffnungen über dem Reservoir befördert. Die verbrannten Gase gehen durch diese Röhre, gelangen zu dem Gazemantel *K* und verbreiten sich endlich in der Atmosphäre. Die Scheibe von Drahtgaze, in deren Mitte die Röhre *T* befestigt ist, lässt einen ringförmigen Raum bestehen, durch welchen die Gase zwischen dem Umfange der Röhre *T* und dem Glascylinder entweichen können. Es folgt daraus, dass die zur Unterhaltung der Verbrennumg ungeeigneten Gase sich in diesem Raume nicht anhäufen können, welches veranlasst, dass die Lampe in der Luft stark bewegt werden kann, ohne zu erlöschen, wie man es der du Mesnil'schen vorwirft. Die Lampe, welche ich beschreibe, erlöscht wirklich bei der geringsten Bewegung, sobald man die Scheibe von Metallgaze, in deren Mitte sich die Röhre *T* befindet, mit einer dichten metallenen Scheibe vertauscht.

Bei der vorhergehenden Lampe, die eigentlich nichts weiter ist, als die etwas abgeänderte Roberts'sche und du Mesnil'sche, ist die Röhre *T* sehr kurz, und es ist ganz unnütz, dass sie so weit in den Glascylinder hineingeht. Die Fig. 4 (*A*) und 4 (*B*) sind übrigens nach dem Maassstabe gezeichnet, der auf der Tafel angegeben ist. Die Hauptdimensionen sind die folgenden:

Innerer Durchmesser des Glascylinders	55	Millimeter.
Dicke des Cylinders *)	5 bis 6	-
Höhe	110	-
Durchmesser der Röhre *T*	25	-
Länge derselben	95	-
Ganze Höhe der Lampe, mit Inbegriff des Behälters,	270	-

*) Man muss die Glascylinder hinreichend stark machen, damit sie bei einem zufälligen Herabfallen der Lampe nicht zerbrechen. Jede übermässige Stärke würde aber weit eher schaden, als vortheilhaft seyn.

Diese Dimensionen können den Transport dieser Lampe nicht erschweren, und Alles veranlasst uns zu der Annahme, dass sie sich in den Bergwerken wird leicht gebrauchen lassen.

Vortheile der Lampen mit Glascylinder. Die mit einem Glascylinder versehenen Lampen werden bald ebenso häufig, als die alten Davy'schen Lampen angewendet werden. Bei dem Abbaue mächtiger Steinkohlenflötze wird man ihnen bald den Vorzug geben, indem die letztern nicht gehörig leuchten. Man darf sich nicht von der Zerbrechlichkeit des Glases abschrecken lassen, welches bei hinreichender Stärke recht gut den Stössen, und wenn man es vorher in Rüb- oder Leinöl hat auskochen lassen, auch recht gut den Temperatur-Abwechselungen widersteht. Es ist diess eine Vorsichtsmaasregel, welche die Verfertiger solcher Lampen durchaus berücksichtigen müssen.

Es ist gut, dass die Sicherheitslampen aller Art mit einem Verschlusse versehen seyen, den die Bergleute nicht zu öffnen vermögen. Eins der einfachsten Mittel zur Erreichung dieses Zweckes besteht darin, durch alle Stücken, aus denen die Lampe besteht, und welche aufeinander geschraubt sind, eine mit Schraubenwindungen versehene Stange gehen zu lassen, welche in eine Mutter in einem von diesen Stücken tritt, und welche nur mit einem Schlüssel losgeschraubt werden kann, der einen dreieckigen Querschnitt hat und auf eins von den Enden der Stange passt, welches in ein dreieckiges Prisma ausläuft; dieses ist, wie die Achse von der Walze einer Pendeluhr, in einer so engen Vertiefung eingelassen, dass man es weder mit den Fingern, noch mit einer Zange fassen kann.

Die vorstehend beschriebene Lampe wurde Gemischen von atmosphärischer Luft und von Leuchtgase, welches aus Steinkohlen entwickelt worden, ausgesetzt, und diese Versuche beweisen, dass diese Lampe völlig sicher ist, seyen die Verhältnisse des Gemisches auch, welche sie wollen, selbst wenn man auch die Scheibe vom Metallgaze weglässt, welche über dem Glasmantel angebracht worden ist, und wenn man nur eine einzige Scheibe am Fusse der Lampe, zwischen dem Dochte und den Oeffnungen, welche die Luft zuführen, lässt.

Die von dem Herrn Ingenieur Lefrancois in den Steinkohlenbergwerken des Gard angestellten Versuche haben gezeigt, dass, wenn die Lampe gut leuchten und zum Fahren auf den Strecken recht zweckmässig seyn solle, es nothwendig sey, dass die Oeffnungen, welche die Luft zuführen, eine ganze Oberfläche von 8 bis $8\frac{1}{2}$ Quadratcentimeter haben. Es würde demnach zweckmässig seyn, die runden Oeffnungen, welche auf dem obern Rande oder auf dem Oelbehälter vertheilt sind, durch 3 oder 4 länglich-viereckige Oeffnungen zu ersetzen, die durch volle metallische Puncte von geringer Breite voneinander getrennt sind.

Feste Lampen mit seitwärts angebrachtem Oelbehälter und mit Reflector. Die festen Lampen, welche zur Erleuchtung der Füllorte und langer, gerader Förderstrecken dienen, sind Lampen mit Glascylindern, ohne allen Widerspruch denen mit Gazecylindern vorzuziehen. Sie müssen so befestigt werden, dass das Glas vollkommen gegen den Fall fester Körper geschützt ist, und dass man ebenso wenig den Fall der Lampe selbst zu fürchten hat. Es ist übrigens zweckmässig, den Oelbehälter seitwärts, wie an den gewöhnlichen Lampen, anzubringen. Herr Müseler hat Lampen dieser Art construirt, bei denen der seitwärts befindliche Oelbehälter die Form von ei-

nem Theile des Cylinders hat, welcher den Glascylinder an der Wandseite umgiebt. Die Fläche des Behälters ist verzinnt, damit sie als Reflector dienen könne.

Mittel, um erstickten Grubenarbeitern Hülfe zu leisten. Sehr häufig ersticken die Arbeiter in den Gruben durch die schädlichen Wetter, welche aus den Gesteinsklüften alter Baue hervorkommen, oder welche aus chemischen Wirkungen, wie die Zersetzung von Pflanzen und Thierstoffen, die Verbrennung der Steinkohle und besonders die Explosionen der schlagenden Wetter, entstehen. Man hat es demnach versucht, Apparate zu construiren, welche das Befahren der mit schlechten Wettern angefüllten Grubenbaue gestatten, damit dieselben beleuchtet und den dort verunglückten Bergleuten Hülfe geschafft werden könne *).

Respirationsröhre. Wenn die erstickten Arbeiter sich in geringer Entfernung unter Tage, oder von einem Puncte in der Grube befinden, in welchem die Wetter unschädlich sind, so kann man bis zu ihnen mit Hülfe einer einfachen Respirationsröhre dringen, die aus einem Schlauche von Leinwand oder von Leder besteht, Fig. 3, Taf. 27, der durch einen in seinem Innern befindlichen, spiralförmig gewundenen Eisendraht offen erhalten wird. Dieser Schlauch endigt auf der einen Seite in eine Erweiterung und am andern in ein aus Metall bestehendes Stück, welches möglichst vor die Mundöffnung passt. Lederne Riemen mit Schnallen befestigen das Mundstück an dem Kopfe des Bergmannes, der an den mit schlechten Wettern erfüllten Ort vordringen soll. Ein kleines sehr leichtes Ventil, an der Röhre des Mundstücks, öffnet sich nach der Seite des Mundes zu, wenn der Mann ansaugt, und ein anderes, nach Auswärts gehendes Ventil, öffnet sich dagegen nach Auswärts, wenn er aussaugt, wogegen das erstere alsdann geschlossen bleibt; die ausgehauchte Luft strömt nach Auswärts aus. Die Nasenlöcher werden mit einer Zange zusammengehalten, damit der Arbeiter nur durch den Mund athmen könne. Dieser fährt nun zu der mit schädlichen Wettern erfüllten Strecke, während andere Arbeiter, die in guten Wettern stehen, das zweite Ende des Schlauches halten. Der Arbeiter athmet daher gute Wetter, welche er durch den Schlauch ansaugt. Mit einem Schlauche von 2 Centimeter Durchmesser kann man sehr leicht 25 bis 30 Meter von dem Anfange des Schlauches vordringen und daselbst verweilen. Mit weitern Schläuchen könnte man auch auf entferntere Puncte fahren.

Der Respirationsschlauch kann sehr nützlich bei dem Betriebe der Steinbrüche werden, die mit schlechten Wettern erfüllt sind, sowie bei der Reinigung von Kloaken; er kann auch dazu dienen, um Arbeitern Hülfe zu leisten, die auf dem Boden eines Brunnens von geringer Tiefe erstickt sind etc. Nur selten ist es erforderlich, Licht mit sich zu führen, wenn man nur Entfernungen von 30 bis 40 Metern zu durchfahren hat, um an den Ort zu gelangen, wo die Hülfsleistung erforderlich ist. Es ist übrigens unnütz, hinzuzufügen, dass der Respirationsschlauch aus mehreren Stücken bestehen könne, die durch metallene Ringe auf dieselbe Weise miteinander verbunden sind, wie die Schläuche der Feuerspritzen.

Lederne Luftbehälter. Wenn die erstickten Arbeiter weit von Tage oder von Orten in der Grube entfernt, wo die Wetter gut sind, so hat man vorgeschlagen, sich grosser lederner Behälter zu bedienen, welche mittelst eines Blasebalges mit at-

*) Das vollständigste Werk über diesen Gegenstand sind die von dem Med. Dr. Victor van den Broeck, Professor der Chemie an der Bergwerksschule des Hennegau, verfassten „*Reflexions sur l'Hygi ne des mineurs et des Ouvriers d'usines metallurgiques etc.*“ *II. Edition. Mons 1843*, von welchem vortrefflichen Werke jetzt eine Uebersetzung von meinem Sohne, dem Med. Dr. Hugo Hartmann, gedruckt wird. H.

mosphärischer Luft angefüllt werden. An diesem Behälter ist eine Respirationsröhre, wie die vorher beschriebene, angebracht. Der Behälter kann von einem Manne auf dem Rücken in einem Tragkorbe transportirt, und ein solcher lederner Sack kann 20 bis 21 Cubikdecimeter räumlichen Inhalt haben. Dieses Luftvolum ist aber hinreichend, um das Athmen 15 oder 16 Minuten lang zu unterhalten. Man hat auch vorgeschlagen, die ausgeathmete Luft zur Speisung der Verbrennung der von dem Arbeiter getragenen Lampe zu benutzen. Zu dem Ende müsste die Lampe eine verschlossene Laterne seyn, oben mit einer Oeffnung zum Ausströmen des verbrannten Gases, und unten mit einer Oeffnung versehen, mit der eine kleine biegsame Röhre verbunden ist, deren anderes Ende mit dem Ausgangsventil des Respirationsschlauches in Verbindung steht. Bei den zu Carmeaux im französischen Tarn-Departement angestellten Versuchen dieser Art gelang es übrigens nicht, die ausgeathmete Luft zur Verbrennung in der Lampe zu benutzen.

Die Benutzung tragbarer Luftbehälter hat übrigens viel Schwierigkeiten. Zuvörderst ist es nothwendig, dass die Lampe aus dem Behälter gespeis't werde, wodurch dessen zum Athmen disponible Luftmenge sehr vermindert wird. Von der andern Seite kann sich auch der Arbeiter, wenn er mit dem Behälter beladen ist, nicht frei bewegen, um den Erstickten zur Hülfe zu eilen; es macht ihm selbst viele Mühe, auf niedrigen, engen und auch zum Theil zu Bruche gegangenen Strecken zu fahren. Endlich sind die ledernen Säcke, die nur selten benutzt werden, gewöhnlich schadhaft, so dass sie keine Luft mehr halten, wenn man sich ihrer bedienen will.

Endlich hat man auch noch grosse lederne Luftbehälter von fast ein Cubikmeter räumlichem Inhalt vorgeschlagen, mit deren Hülfe ein Mensch während einer ganzen Stunde athmen kann. Diese Behälter sind auf Wagen angebracht und können nur auf Hauptförderstrecken transportirt werden. Sie könnten in Bergwerken von Nutzen seyn, die im Allgemeinen breite und wohlunterhaltene Strecken haben. Uebrigens müsste man der von diesem Behälter ablaufenden Respirationsschläuche eine hinlänglich bedeutende Menge und sie einen Durchmesser von 3 bis 3½ Centimeter haben, damit sich der Arbeiter, mit Hinterlassung seines Reservoirs auf einer Hauptstrecke, wenn es erforderlich wäre, bis zu einem gewissen Puncte entfernen könnte. Unter solchen Umständen haben diese grössern, auf Wagen geführten Luftbehälter jedenfalls einen grössern Werth, als die auf dem Rücken getragenen. Man könnte auf diese Weise zwei Mann zur Rettung der Erstickten anwenden, von denen der eine den Wagen mit dem Luftbehälter, der andere einen Wagen zum Transport der erstickten Arbeiter ziehen könnte. Der Luftbehälter würde hinreichend gross seyn, um das Athmen zweier Menschen während einer halben Stunde zu unterhalten.

Metallene Behälter mit zusammengedrückter Luft. Statt der ledernen Säcke, welche mit Luft von atmosphärischem Drucke angefüllt sind, kann man auch Behälter von Blech von weit geringerer Räumlichkeit haben, welche zusammengedrückte Luft enthalten. Diese Behälter müssten mit dem sinnreichen Apparate versehen seyn, dessen man sich bedient hat, um das Ausströmen des Leuchtgases, welches man auch in metallische Gefässe zusammendrückte, zu reguliren. In einer Grube, in welcher Erstickungen häufiger vorkommen könnten, rathen wir die Benutzung dieses letztern Mittels nicht an. Wir sind übrigens der Meinung, dass der Behälter auf einen kleinen Wagen gestellt werden müsse, der den Dimensionen der Hauptstrecken angemessen ist; er würde zu schwer seyn, um auf dem Rücken getragen werden zu können; auch

muss man zu diesem Apparate eine Druckpumpe zum Einpumpen der Luft haben, und da diese Operation sehr langwierig ist, so müsste man vorher gefüllte Gefässe haben, die sogleich benutzt werden können. Wir sahen Gefässe von Blech, etwa von 1 Hectoliter räumlichem Inhalt, welche von der alten Compagnie des tragbaren Gases angewendet worden waren, und welche mehrere Monate lang Gas unter 8 bis 10 Atmosphären Druck enthalten konnten. Der Apparat, welcher zur Regulirung des Ausströmens des Gases dient, besteht im Wesentlichen aus einem kleinen cylindrischen Raume, der an dem Behälter angebracht ist und durch eine sehr kleine Oeffnung mit demselben in Verbindung steht. An der Seite ist er durch ein biegsames und wie der Mantel eines cylindrischen ledernen Blasebalges gestaltetes Leder verschlossen; oben ist es mit einer Scheibe von Blei, oder einem andern schweren Metall begrenzt, dessen Gewicht zweckmässig regulirt seyn muss. Im Innern dieses Raumes ist diese Vorrichtung mit einer Verbindung von kleinen Hebeln mit der bleiernen Scheibe verbunden, so dass sie in die kleine Ausströmungsöffnung des Gases tritt und folglich dieselbe in dem Maasse verengt, als die Scheibe durch den Druck des Gases gehoben ist. Die Ausströmungsröhre des Gases oder der Luft ist übrigens nach dem Raume verzweigt, von dem wir reden. Es folgt übrigens aus dieser Einrichtung, dass der Druck des Gases im Innern der Räumlichkeit denjenigen der Gewichte der bleiernen Scheibe und der Elasticität des Leders, welches die Seitenwände bildet, nicht übersteigen kann, ohne dass die kleine Oeffnung, durch welche das Gas aus dem Behälter in den Vertheilungsraum strömt, durch die in ihr Inneres eintretende conische Spitze gänzlich verschlossen werde. Auf einer andern Seite senkt sich die bleierne Scheibe etwas, und die conische Spitze öffnet das Loch, sobald der Druck in dem Raume sich vermindert. Auf diese Weise behält das Gas stets denselben Druck im Innern des Raumes bei, mit welchem die Ausströmungsröhre verzweigt ist, sey nun der Druck im Innern des Behälters der zusammengepressten Luft, welcher er wolle. Die Wirkung des Gewichts der Scheibe kann durch die einer Feder ersetzt werden.

Anwendung alkalinischer Auflösungen oder des Wassers zur Absorption der Kohlensäure. Wenn die Luft nur aus dem Grunde nicht eingeathmet werden kann, weil sie kohlensaures Gas enthält (und diess ist in den Bergwerken der gewöhnlichste Fall), so kann man es in dringenden Fällen versuchen, bis zu den erstickten Arbeitern zu gelangen, indem man auf die Strecken eine Milch von Aetzkalk schüttet, welche die Kohlensäure absorbiren wird. Auch ist es zweckmässig, bei solchen Gelegenheiten Leinwand, oder besser noch lose wollene Zeuche, die stark mit reinem Wasser angefeuchtet sind, so vor Mund und Nase zu halten, dass die einzuathmende Luft durch diese benetzten Tücher hindurchgehen muss. Es ist unnütz zu bemerken, dass man mit der grössten Vorsicht handeln und alle möglichen Maassregeln treffen muss, um nicht neue Unglücksfälle zu veranlassen.

Roberts'scher Respirationsapparat. I. Roberts, der Erfinder der Sicherheitslampe mit Glascylinder, die wir weiter oben beschrieben haben, erzählt, dass er einst nahe daran gewesen wäre, durch kohlensaures Gas zu ersticken, und dass er sich dadurch gerettet habe, indem er sich mit seinem nassen Kittel bedeckte. Diess gab ihm die Idee, einen Respirationsapparat zu construiren, der von ihm und von mehreren andern Personen angewendet worden ist. Er besteht aus einem Gefässe von etwa 3 Quart räumlichem Inhalte, welches einen Schwamm, der stark mit Kalkwasser oder einer andern alkalinischen Auflösung durchdrungen war, enthielt. Die Wand die-

ses Gefässes ist mit Löchern versehen, durch welche die umgebende Luft eindringt, welche auf diese Weise durch den Schwamm gehen muss. Ein ähnlicher Respirationsschlauch, als der oben beschriebene, der mit zwei Ventilen versehen ist, damit die ausgehauchte Luft nach Aussen ausströmen müsse, ist am obern Theile des Gefässes angebracht, und führt die Luft zu dem Munde des Arbeiters, welcher den Apparat an einem Bandelier trägt. Das Gesicht kann mit einer ganzen Maske bedeckt seyn, an welcher der Schlauch befestigt ist, um jeden Zutritt irrespirabler Luft zu vermeiden, die nicht vorher durch den Schwamm gegangen ist.

Dieser Apparat scheint mir wegen seiner Einfachheit, in sehr vielen Fällen, mit Nutzen angewendet werden zu können; es erscheint sehr wünschenswerth, dass Gruben, in denen sich viel Kohlensäure entwickelt, einige solcher Apparate anfertigen liessen, und dass man sich im Voraus überzeugte, ob ein Arbeiter lange Zeit hindurch ohne Beschwerde durch den Roberts'schen Schwamm athmen könne.

Neuntes Kapitel.

Von der Förderung.

Die Förderung des in der Grube Gewonnenen geschieht entweder auf Stollen oder Strecken, welche söhlig oder horizontal, oder welche mehr oder weniger geneigt sind, und man nennt diese Abtheilung der Förderung die Streckenförderung; oder sie geschieht durch Schächte, und man nennt diese zweite Abtheilung der Förderung die Schachtförderung.

Das vorliegende Kapitel ist der Streckenförderung gewidmet.

Die Streckenförderung erfolgt auf ganz unregelmässigen und kurzen Förderbahnen auf dem Rücken; auf einigen abfallenden Bahnen mittelst Schlitten; auf söhligen oder wenig geneigten Strecken mittelst Laufkarren; endlich auf hölzernen Gestängen, gusseisernen oder gewalzten Schienen, welche auf der Sohle langer und hinreichend regelmässiger, söhliger oder geneigter Strecken angebracht sind, mittelst sogenannter Hunde oder Wagen.

Förderung auf dem Rücken. Die Förderung auf dem Rücken wird nur auf kurzen Strecken und auf sehr unregelmässigen Bahnen angewandt. Bei einigen Tagebauen von geringer Ausdehnung werden die Erze etc. auf diese Weise bis zu Tage gefördert. Zuweilen trägt man auch das Gewonnene von den Abbauen bis zu den Wagen, Schlitten oder Karren, welche auf den grössern Förderbahnen gehen, auf dem Rücken. Bei der Förderung auf dem Rücken ist es zweckmässig, das Gewonnene in Gefässe von geringem Gewichte zu thun. In den Steinkohlenbergwerken des Loirebeckens, wo diese Förderungsmethode an einigen Puncten noch im Gebrauche ist, bedient man sich leinener Säcke, die etwa $\frac{5}{8}$ Hectoliter (1 Hectoliter $= 3\frac{1}{2}$ Cubikfuss $= 1{,}8$ preuss. Scheffel) enthalten. Die kleinen Steinkohlen oder sogenannten Staubkohlen werden in diese Säcke gethan, welche die Förderleute alsdann auf den Rücken nehmen. Sie werden mit einem Bindfaden verschlossen, der an dem obern Ende befestigt ist, und von dem der Arbeiter das eine Ende in den Mund nimmt. Die Stückkohlen werden auf dem Rücken des Trägers über den Sack gelegt, den man über diese Ladung zurückschlägt; der Arbeiter hält den Bindfaden immer noch mit dem Munde fest, damit die Stücke nicht herabfallen können. Er geht auf den Strecken mit blossen Füssen, auf eine kurze Krücke gestützt. Er kann auch ziemlich steile Fahrten emporsteigen. Jede Last wiegt etwa 60 Kilogramme.

Die folgenden Resultate habe ich selbst zu erlangen Gelegenheit gehabt. In einer Grube zu Firminy machte jeder Träger 40 Wege täglich, mit einer Belastung von 60 Kilogrammen, welche er auf einer steilen, schwebenden Strecke 24,27 Meter saigere Höhe emporhob. Ein solcher Arbeiter verdiente 2 Franken. — Zu Roche-la-Molière förderten 5 Träger 430 Hectoliter Steinkohlen, welche 34,400 Kilogramme wogen, von den Abbauen zu den Wagen, welche auf den Förderbahnen gingen. Die mittlere Entfernung, welche sie zu durchlaufen hatten, betrug 36 Meter, von denen 22 schwebend mit einem Winkel von 20 Grad, und 14 söhlig. Jeder Träger legte den Weg 135 Mal täglich zurück. Es folgt daraus, dass sich der Träger mit 51 Kilogrammen auf einmal belud und täglich 6880 Kilogramme förderte, die auf eine senkrechte Höhe von 7,52 Meter emporgehoben wurden.

Demnach betrug der Nutzeffect der Träger zu Firminy:

$$2400 \times 24{,}27 = 58248 \text{ Kilogr. 1 Meter hoch gehoben.}$$

Zu Roche-la-Molière:

$$6880 \times 7{,}52 = 51738 \text{ Kilogr. 1 Meter hoch gehoben.}$$

Wenn das Gewonnene auf dem Rücken zu Tage aus, oder auf die Hauptbahn gefördert wird, so sind Füller erforderlich, um die Säcke anzufüllen und um den Trägern zu helfen, dieselben auf ihren Rücken zu legen. In den Steinkohlengruben der Loire kann ein Arbeiter höchstens 125 Hectoliter in 100 Gefässen einfüllen. Bekanntlich ladet ein Erdarbeiter täglich 15 Cubikmeter Erde in Karren und nur etwa 12 Cubikmeter in ein engeres Gefäss. Man wird aber einsehen, dass die Mühe, Steinkohlen in enge Säcke einzufüllen und die gefüllten Säcke auf den Rücken des Trägers aufladen zu helfen, eben so schwierig ist, als das Einfüllen von Schutt in einen engen Karren.

Wenn der Füller zu gleicher Zeit die grossen Steinkohlenblöcke zertheilen muss, so kann er nicht soviel in einer Schicht einfüllen, und seine Leistung muss im Verhältnisse zu der Festigkeit der Steinkohle, sowie zu der Grösse der zu theilenden Blöcke, stehen.

Schlepptrog- oder Schlittenförderung. Das Schleppen auf der Sohle der Förderstrecken ist namentlich in Frankreich auf kurzen Strecken, hauptsächlich auf fallenden Förderbahnen, noch in Anwendung. In den Steinkohlenbergwerken des Loirebeckens bestehen die Schlitten oder Schlepptröge aus einem oben etwas weiter werdenden Gefässe, welches $1\frac{1}{4}$ bis $1\frac{1}{2}$ Hectoliter Steinkohlen enthält. Unter seinem Boden, Fig. 1 und 2, Taf. 29, sind hölzerne Schlickern *A*, *B*, *C* angebracht, die mit einer eisernen Schiene *mm* beschlagen sind. Diess mit Steinkohlen angefüllte Gefäss wird auf der Sohle der abfallenden Strecke durch einen Arbeiter fortgezogen, der weit öfter nöthig hat, die Geschwindigkeit zu mässigen, als eine Zugkraft auszuüben. Auf der Förderbahn angelangt, wird das Gefäss gewöhnlich auf die Platte des Förderwagens gesetzt, und zwar stellt man gewöhnlich mehrere dergleichen auf einen Wagen, um sie zum Förderschacht zu führen. Darauf werden sie gewöhnlich an ein Seil geschlagen und durch einen Richtschacht ausgefördert. Auf diese Weise wird die Steinkohle nicht umgeladen und gelangt in dem Gefässe, welches vor Ort selbst gefüllt wurde, zu Tage.

Zu Rive-de-Gier werden ähnliche Gefässe, welche schlichtvoll 2 Hectoliter enthalten, auf der wellenförmigen Sohle der Strecken durch Pferde, welche von Knaben geführt werden, bis zum Schachte gefördert. Dort werden sie auf den

Füllort entleert, und die Steinkohlen werden alsdann in grössere, 9 bis 10 Hectoliter haltende Tonnen gefüllt.

Wenn der Schlepper auf einer stark geneigten Strecke fördern muss, so zieht er es oft vor, das leere Gefäss auf seinem Rücken aufwärts zu tragen, als es zu ziehen. Alsdann ist es nöthig, auf der Strecke ein Seil anzubringen, an welchem sich der Arbeiter hält. Das Schleppen geschieht auf der Sohle der Strecken selbst, wenn sie nicht zu stark abfallen. Das fortwährende Fahren mit dem Schlitten macht die Sohle fest, in wenigen Tagen sehr eben und glatt. Sind die Strecken sehr stark abfallend, so muss man auf der Sohle runde Hölzer anbringen, auf welchen der Schlitten gleitet, und die, indem sie eine Art Treppe bilden, eine Art Stützpunct für den Fuss des Schleppers bei'm Aufwärtssteigen darbieten.

Auf sehr geneigten Förderbahnen bedient man sich auch zuweilen einer sehr einfachen Bremse. Es ist eine eiserne Kette, deren Länge gleich der der Förderbahn ist, welche auf der Sohle liegt, und die am obern Ende der Strecke über die Kehle einer Rolle läuft, deren Ebene mit der Sohle parallel ist. Man schlägt den beladenen Schlitten an dasjenige Ende der Kette an, welches oben auf der Strecke ist, so dass dieser Schlitten, indem er auf der einen Seite hin abwärts geht, die Kette auf der andern Seite aufwärts zieht; in den ersten Augenblicken verzögert das gemeinschaftliche Gewicht der der Länge der geneigten Ebene parallelen Kette und die Reibung dieser Kette auf der Sohle die Geschwindigkeit des Systems. Die verzögernde Kraft ist nicht mehr der Reibung gleich, wenn der Schlitten in der Mitte ist, und sie vermindert sich noch in dem Maasse, als sie weiter hinabgegangen ist. An das andere Ende der Kette kann man einen leeren Schlitten anhängen. Endlich, um diese Bremse zu reguliren, könnte man auch eine Kette ohne Ende anwenden, die über zwei Rollen ginge, von denen die eine oben und die andere unten auf der Strecke angebracht würde. Die verzögernde Kraft würde alsdann constant und gleich der Reibung der Kette auf der Sohle seyn. Es muss noch bemerkt werden, dass es erforderlich ist, die obere Rolle zu versetzen, wenn die geneigte Ebene sich in dem Maasse verlängert, als der Abbau vorrückt, wie diess bei einem schwebenden Abbaue der Fall seyn würde.

Nach den Beobachtungen des Herrn **Gervoy** in den Bergwerken der Loire besteht die Arbeit eines Schleppers (der Schlitten enthält etwa 120 Kilogramme Steinkohlen) darin, in der Schicht höchstens 1020 Kilogramme auf 1 Kilometer ($265\frac{1}{2}$ preuss. Ruthe) söhliger Entfernung auf vortrefflichen Bahnen zu fördern, 201 Kilogramme auf 1 Kilometer auf sehr schlechten Bahnen in niedrigen Bauen; im Allgemeinen auf guten Bahnen 400 bis 800 Kilogramme 1 Kilometer weit. Man rechnet ein Fallen von 13 Grad gleich einer dreifachen söhligen Länge. Es ist etwas weniger, als die Leistung eines Menschen mit dem Laufkarren.

In der Grube des Flaches, einer der am Besten betriebenen in dem Reviere von Rive-de-Gier, hatte man 12 Pferde und 5 Führer in dem Innern der Grube, um zu dem Tiefsten des Schachtes, der von den Abbauen im Durchschnitte nur 100 Meter entfernt war, 900 Hectoliter Steinkohlen täglich zu schleppen.

Die 12 Pferde kosteten an Unterhalt	36 Fr.	—	Cent.
2 Stallknechte	5 -	—	-
5 Fuhrleute	7 -	50	-
Summa der täglichen Ausgabe	48 Fr.	50	Cent.

so dass die Förderung auf eine sehr geringe Entfernung 0,054 Franken auf das Hectoliter, oder 0,0675 Fr. auf 100 Kilogramme zu stehen kamen.

Vor den Abbauen waren noch 5 Füller beschäftigt, die, à 2,70 Fr., mit 13,50 Fr. gelohnt wurden. Jeder von ihnen füllte 180 Hectoliter in die Fördergefässe ein.

In der Grube Louche des Bergreviers von Blanzy legten die Schlepper nach Herrn Harmet die Strecke mit einem Schlitten zurück, der mit 133 Kilogrammen Steinkohlen beladen war, und kamen leer zurück; sie füllten ausserdem etwa 80 metrische Centner in die Gefässe. Die Bahnen waren söhlig, oder 10 bis 15 Grad in der Richtung der Förderung geneigt; der Nutzeffect eines jeden Schleppers bestand demnach in dem Einfüllen von 8000 Kilogrammen und in der Förderung derselben 100 Meter weit.

In der Grube St. Peter zu Montceau wurde vor der Einrichtung eines Schienenwegs durch Pferde gefördert, die Schlitten schleppten, von denen jeder gehäuft 3 Hectoliter oder 300 Kilogrammen enthielt. Jedes von einem Fuhrmanne geführte Pferd zog zwei gleiche Schlitten auf einer Strecke, die etwa 1 Centimeter Fall in der Richtung der Förderung hatte. Drei Pferde und 3 Fuhrleute waren hinreichend zur Förderung eines Postens von 600 gehäuften Hectolitern, die 150 Meter weit geführt wurden. Drei Menschen wurden zur Füllung der Fördergefässe gebraucht; zwei Arbeiter leerten die Gefässe im Schachttiefsten und schlugen die Fördertonnen an's Seil. Nach dieser Berechnung durchlief das Pferd 33 Mal die 150 Meter lange Förderbahn, folglich in der Schicht 9900 Meter, und förderten etwa 19800 Kilogramme Steinkohlen 150 Meter weit, oder 2970 Kilogramme 1 Kilometer weit, jedoch mit Ausschluss des Gewichts der Gefässe auf einer etwas in der Richtung der Förderung geneigten Bahn.

Laufkarren-Förderung. Die Förderung mit dem Laufkarren wird auf söhligen oder schwach geneigten Strecken angewendet, hauptsächlich bei den metallischen Bergwerken. Man wendet ihn aber auch in einigen Steinkohlenbergwerken an, und in Frankreich namentlich in denen von Blanzy, wo man den gewöhnlichen Laufkarren anwendet, der auf der Sohle oder auf einfachen Pfosten läuft; man wendet aber auch einen grossen Karren mit zwei Rädern an, der auf eisernen Schienen läuft. Der gewöhnliche, zu Blanzy angewendete Laufkarren enthält etwas mehr als $\frac{3}{4}$ Hectoliter Steinkohlen. Nach Herrn Harmet ist die zu durchlaufende Entfernung in 3 Abtheilungen getheilt, von denen jede 20 Meter lang ist, und ein Karrenläufer macht in seiner achtstündigen Schicht 500 solcher Wegslängen. Er macht daher im Ganzen 20,000 Meter, wovon die Hälfte in dem Zurücklaufen des leeren Karrens besteht; er fördert 400 Hectoliter Steinkohlen 20 Meter weit, d. h., 6400 Kilogramme 1 Kilometer weit, wobei das Gewicht von 1 Hectoliter zu 80 Kilogrammen angenommen wird. Diese Arbeit ist um $\frac{1}{4}$ geringer, als die bei der Erdarbeit über Tage, mittelst Karrenlaufen, indem hierbei ein Arbeiter täglich 2700 Meter macht. In den Bergwerken zu Blanzy sind zwei Arbeiter stets mit Füllen der Laufkarren vor den Abbauen beschäftigt. Rechnet man den Tagelohn eines Karrenläufers zu 1 Fr. 50 Cent., so betragen die Förderkosten von 1 Hectoliter 100 Meter weit und mit 5 Wechseln oder Abtheilungen, auf einer fast söhligen und gut unterhaltenen Bahn auf $\frac{1 \text{ Fr. } 50 \text{ Cent.} \times 5}{400} = 0{,}0187$ Fr., wozu noch 3 Franken für das Einfüllen der 400 Hectoliter in die Karren kommen, oder 0,0075 Fr. auf das Hectoliter, so dass die Förderkosten des Hectoliters auf 100 Meter Länge, mit Einschluss des Füllens, auf 0,0262 Fr. kommen.

Wagen, die sich auf hölzernen oder eisernen Bahnen bewegen. So wie die Entfernungen etwas grösser werden, ist es besser, Wagen anzuwenden, die auf hölzernen Schwellen, oder besser noch auf guss- oder auf stabeisernen Schienen laufen.

Holzbahnen oder hölzerne Gestänge. Seit mehreren Jahrhunderten wendet man in den metallischen Bergwerken Deutschlands kleine Wagen, Hunde genannt, an. Sie bestehen aus einem prismatischen Kasten von gewöhnlich länglich-viereckiger Grundfläche, hoch und eng, weil die Strecken, auf denen sie laufen, selbst nur eine geringe Breite haben. Dieser Kasten, Fig. 3, Taf. 29, ruht auf 4 Rädern, welche gewöhnlich unter seinem Boden angebracht worden sind, um die Breite nicht zu vergrössern. Die Achse der Vorderräder ist kürzer, als die der Hinterräder, und diese beiden Achsen sind, die eine ganz nahe an dem Vordertheile des Wagens, die andere etwas hinter die Mitte, und etwas über die Senkrechte hinaus angebracht, welche durch den Schwerpunct des beladenen Wagens geht. Ein eiserner Nagel ist senkrecht in der Mitte der Vorderachse angebracht und dient zur Führung des Wagens auf der gekrümmten Bahn, die er häufig zu verfolgen hat; man nennt ihn den Spurnagel. Die Räder laufen auf zwei Linien von hölzernen Gestängen, die 5 bis 6 Centimeter (2 bis $2\frac{1}{4}$ Zoll) stark und 10 bis 12 Centimeter (4 bis 5 Zoll) breit sind. Sie sind auf hölzernen Schwellen festgenagelt, welche quer auf der Sohle der Strecken und mit ihren Enden in Bühnlöchern in den Stössen liegen. Ihre innern senkrechten Flächen lassen einen Zwischenraum von etwa 3 Centimetern zwischen sich, in welchem sich der Spurnagel bewegt, der zu dem Ende lang genug seyn muss; an seinem Ende bringt man einen Ring an, welcher als Frictionsrolle wirkt. Die beiden Gestängelinien folgen allen Krümmungen der Strecke; in den Winkeln ist das äussere Gestänge an der innern Seite mit einer dünnen eisernen Schiene beschlagen, um die Abnutzung durch die Reibung des Spurnagels zu verhindern. Man muss der Förderbahn einen starken Fall geben, damit der Wagen mit Leichtigkeit auf derselben gehe, sey er auch noch so wenig beladen, da er auf Rädern von sehr kleinem Durchmesser ruht. Der Arbeiter stösst den beladenen Hund vor sich her, indem er sich auf seinen hintern Theil stützt und gewöhnlich mit einer grossen Geschwindigkeit läuft. An's Ende der Förderbahn angelangt, wird der Wagen nach Vorn oder nach der Seite zu umgestürzt und auf diese Weise entleert; dann stützt sich der Hundsläufer auf das Hintertheil des Wagens, dreht denselben auf den Hinterrädern herum und läuft mit ihm zurück, um eine neue Ladung aufzunehmen. Der in Fig. 3, Taf. 29, abgebildete Hund ist der gewöhnliche.

Im Erzgebirge ist ein solcher Hund gewöhnlich mit 150 Kilogrammen Erz beladen. Der Regel nach muss der Hundsläufer in der Schicht 40 Hunde 60 Lachter oder etwa 120 Meter weit laufen, so dass er in der Schicht 9600 Meter macht. Das Product des auf diese Entfernung transportirten Gewichts beläuft sich auf 735609 Kilogrammen. Mit dem Laufkarren beträgt das Tagewerk eines Menschen 15 Kubikmeter Schutt, 30 Meter weit gefördert; da nun das Kubikmeter Schutt gewöhnlich höchstens 2000 Kilogramme beträgt, so ist die Leistung eines Karrenläufers 900,000 Kilogramme, 1 Meter weit transportirt *).

*) Es muss bemerkt werden, dass die Hundsläufer in den sächsischen Bergwerken ihre Hunde selbst beladen, während die Karrenläufer ihre Karren weder füllen, noch ausstürzen.

Der ungarische Hund. Der sogenannte deutsche Hund mit Spur- oder Leitnagel hat den Vortheil, dass er mit jedem Arbeiter bewirkt werden kann, und den Nachtheil, dass das Gestänge mit grosser Sorgfalt vorgerichtet werden muss. Man wendet daher zweckmässiger die sogenannten ungarischen oder Hunde ohne Leitnagel an, die nicht so sorgfältig vorgerichteter Gestänge bedürfen, dieselben mehr schonen und fast anderthalb Mal mehr Leistung haben. Jedoch bedürfen sie sehr geübter Hundsstösser.

Die langen Seitenwände des Hundes convergiren oben, um den Schwerpunct den Rädern näher zu bringen und das Schwanken des Wagens zu verhindern. Die langen Seitenwände convergiren nach Vorn, um den Schwerpunct rückwärts zu verlegen, wo ihn der Arbeiter mehr in seiner Gewalt hat, dessen rechte Hand an dem hinten angebrachten Griff, und dessen linke vorn an der linken Seitenwand, oder auch an dem Haufen über den Rädern des Hundes liegt, um ihn im Gleichgewichte zu erhalten. Der Hund hat zwar 4 Räder, aber die hintern und grössern, welche fast allein gebraucht werden, sind bei Weitem die wichtigsten. Der beladene Hund lässt sich nämlich mit einer sehr geringen Kraft der rechten Hand am Griffe auf das Hintertheil setzen und nur auf den Hinterrädern fortschieben. Die vordern Räder werden daher wenig und nur bei'm Steigen der Förderbahn, oder bei Krümmungen derselben gebraucht. Die Räder müssen so nahe, als möglich, beieinander liegen, die einzelnen Paare, um nur eine schmale Förderbahn nöthig zu haben, die Vorder- und Hinterräder, um sie auf den Wendungen der Laufbreter desto leichter drehen zu können. Die Räder bestehen aus hölzernen Scheiben mit durchgehenden Büchsen von geschmiedetem Eisen. Die Spur beträgt gewöhnlich nicht über 5 Zoll, und dadurch wird es möglich, dass ein solcher Hund, selbst ohne Spurlatten auf kaum 6 Zoll breiten Laufbretern angewendet werden kann, wozu freilich sehr geschickte Hundsstösser erforderlich sind, die aber auch den grossen Vortheil einer wenig kostbaren Förderbahn erreichen. Um den ungarischen Hund auch bei weniger geschickten Arbeitern anwenden zu können, muss er so eingerichtet werden, dass er auf allen 4 Rädern fortrollt; man muss ihm eine breitere Spur und ein künstliches Gestänge geben, d. h., es müssen auf die Laufbreter Spurlatten genagelt werden, wodurch freilich eine grössere Friction entsteht.

Der ungarische Hund ist besonders auf ein Fördermaterial von bedeutendem specifischen Gewichte berechnet und daher vorzüglich auf Erzbauen anwendbar, wogegen bei'm Steinkohlenbergbau ein Wagen mit 4 gleichen Rädern mehr wirken wird. Das mechanische Moment fällt, unter übrigens gleichen Umständen, für den ungarischen Hund etwas ungünstiger aus, als für einen Wagen, dessen 4 Räder den Hinterrädern des Hundes an Höhe gleichkommen. Aber dieser Nachtheil wird durch die Leichtigkeit, jede Wendung machen zu können, und durch den Vorzug, keines Gestänges zu bedürfen, weit überwogen, wenn winkliche Strecken oft nicht einmal die Anwendung des Wagens erlauben. Dagegen wird der ungarische Hund auf etwas stark geneigten Förderbahnen nicht mehr mit Vortheil zu gebrauchen seyn; eine ganz todtsöhlige Strecke ist für ihn die zweckmässigste.

Gewöhnlich wird der ungarische Hund nicht bloss vollgeladen, sondern auch mit einem grossen Haufen versehen. An einigen Orten in der Grafschaft Mark, wo durch solchen Kohlen zu Tage ausgefördert werden, hat die hinterste Seite eine Klappe, um das Ausladen zu erleichtern.

Zu Schemnitz in Ungarn hat man es als Princip angenommen, dass ein Hundsstösser in einer sechsstündigen Schicht, auf einer 50 Lachter langen Förderbahn, 50 mit ungefähr 6 Centner beladene Hunde, bei 100 Lachter Länge 35, bei 1000 Lachter 5 Hunde vorfördert. Auf der Grube Herzkamp in der Grafschaft Mark wird mit einem breitspurigen ungarischen Hunde, auf einer mit Spurlatten versehenen Förderbahn, mit einer Last von 8 bis 9 Centnern, in einer achtstündigen Schicht, bei 50 Lachter Länge 25 Mal, bei 100 Lachter 17 Mal und bei 1000 Lachter 2 Mal das Gefäss vorgefördert.

Die Hundeförderung ist die einzige bessere Förderungsmethode, welche auf engen und krummen Strecken angewendet werden kann. Die Förderbahn kann man, wenn sie auf der einen Seite abgenutzt ist, auch auf der andern anwenden; ja man kann auch, um die Abnutzung zu vermeiden, auf die obere Seite dünne eiserne Schienen, oder gusseiserne Platten festnageln.

Grosse Förderwagen, die sich auf hölzernen Gestängen bewegen. Man hatte den deutschen Hund bei der Einrichtung der Wagen nachgeahmt, die in den Steinkohlengruben von Roche-la-Molière angewendet wurden, ehe man das hölzerne Gestänge durch Eisenbahnen ersetzt hatte. Die Vorderachse war durch einen Nagel beweglich, welcher durch den Boden des Wagens ging; an dieser Achse war ein gekrümmter eiserner Haken befestigt, der zur Leitung diente. Der viereckige Kasten enthielt 5 Hectoliter Steinkohlen, welche 400 Kilogrammen wogen. Um ihn zu entleeren, öffnet er sich auf der einen Seitenfläche. Die Vorderräder hatten 22 Centimeter im Durchmesser, die Hinterräder 28 Centimeter. Sie bestanden aus Holz, hatten eiserne Reifen und bronzene Büchsen, in denen sich die Schenkel der, 26 und 27 Millimeter im Durchmesser haltenden Achsen drehten. Der Wagen wog mit dem Eisenbeschlage 120 Kilogramme. Der eiserne Leithaken wurde durch eine kleine, an der Vorderwand des Hakens angebrachte Kette in der erforderlichen Höhe erhalten. Statt der gewöhnlichen Gestänge hatte man fichtene Bohlen von 5 Centimeter Stärke und 32 bis 36 Centimeter Breite angewendet, welche auf Querschwellen festgenagelt worden waren. Zwischen den Bohlen liegt ein Zwischenraum von 4 bis 5 Centimetern. Das Fallen der Förderbahn auf den Abbaustrecken nach dem Schachte zu betrug $3\frac{1}{2}$ Centimeter auf das Meter. Die Fig. 4, Taf. 29, stellt den Vordertheil des Kastens nebst den Vorderrädern im Profil und im Grundrisse dar; auf letzterem sind der Kasten und der Leithaken mit der Achse von Unten zu sehen. Mit dem beschriebenen Wagen und Gestänge habe ich die folgenden Resultate beobachtet: 4 Arbeiter förderten auf 190 Meter Länge 171 Wagen, welche ein jeder 5 Hectoliter enthielten.

$6\frac{1}{2}$ Arbeiter förderten 86 Wagen, jeder mit 5 Hectolitern, 580 Meter weit. Es folgt aus diesen beiden Beobachtungen: dass jeder Arbeiter in seiner Schicht durchlief, die Hälfte abwärts mit dem beladenen Wagen, die Hälfte aufwärts mit dem leeren:

1) 16245 Meter } 15845 Meter im Durchschnitte.
2) 15346 Meter }

Ferner, dass ein jeder Arbeiter förderte:

1) 3249 Tonnen auf 1 Meter } 3159 Tonnen auf 1 Meter.
2) 3070 Tonnen auf 1 Meter }

Die hölzernen Gestänge haben den grossen Nachtheil, einen sehr starken Fall zu erfordern, damit die mit 400 oder 500 Kilogrammen, d. h., mit 8 bis 10 Centner, beladenen Wagen darauf leicht vorgefördert werden können. Wendet man kleinere För-

dergefässe an, so vermindert sich der Nutzeffect eines jeden Arbeiters fast in gleichem Verhältnisse mit der Räumlichkeit des Fördergefässes, vorausgesetzt, dass die Länge der Förderbahn, welche der Arbeiter in seiner Schicht durchlaufen muss, fast dieselbe bleibt. Wird das hölzerne Gestänge mit gusseisernen und gewalzten Schienen versehen, so kann man den Fall vermindern und den räumlichen Inhalt des Wagens vergrössern, wenn es die Breite der Strecke erlaubt. Wenn sie eine hinreichende Höhe hat, so wird man zu gleicher Zeit den Durchmesser der Räder vergrössern, wodurch die Reibung vermindert wird, die im umgekehrten Verhältnisse des Radhalbmessers zum Büchsenhalbmesser steht. Endlich, wenn die Strecken hoch genug sind, so können die Förderleute durch Pferde ersetzt werden.

Eisenbahnen oder Schienenwege. Die unter Tage vorgerichteten Eisenbahnen sind, wie die an der Erdoberfläche gebräuchlichen, von zweierlei Art, nämlich solche mit vertieften und Rändern versehenen, oder mit hervorstehenden Schienen ohne Ränder. Die erstern bestehen nur aus Gusseisen, und man nennt sie in England Tram-roads oder Plate-rails, in Deutschland platte oder Rinnen-Schienen. Die zweiten bestehen entweder aus Guss- oder aus gewalztem Eisen, jedoch giebt man den letztern stets den Vorzug, man nennt sie in England Rail-roads oder Edge-rails, und in Deutschland Stab- oder Kantenschienen.

Eisenbahnen mit Rinnenschienen. Die Räder der Förderwagen, welche auf Rinnenschienen Bahn laufen, sind um die Achsen beweglich, welche an den Kasten der Wagen befestigt sind. Diese Räder bestehen aus Gusseisen und haben sehr dünne Felgen, so dass sie fast die Form einer Linse haben, wenn man die Nabe hinwegdenkt. Die Verdünnung der Räder an der Peripherie hat eine Verminderung des Widerstandes bei der Bewegung zum Zweck, welche durch den Schmutz veranlasst wird, der sich in dem von der Schiene und dem Rande gebildeten Winkel sehr leicht anhäuft. Rinnenschienenwege finden sich noch in den meisten Steinkohlengruben von Südwales, wo auch einige bedeutende Eisenbahnlinien über Tage noch nach diesem Systeme eingerichtet sind; jedoch giebt man jetzt allgemein den gewalzten Kantenschienen überall da den Vorzug, wo nicht schon ältere Rinnenschienen-Eisenbahnen existiren.

Eisenbahnen mit Kantenschienen. Die Wagenräder, welche auf den Eisenbahnen mit Kantenschienen laufen, sind gewöhnlich an den Achsen befestigt, mit denen sie sich in Büchsen drehen, die mit den Wagengestellen verbunden sind. Es folgt daraus, dass die an einer und derselben Achse befestigten beiden Räder dieselbe Anzahl von Umgängen machen müssen. Sie haben breite Kränze, die inwendig mit ringförmigen Rändern versehen sind, wodurch die Räder auf den Schienen festgehalten werden.

Bei den Rinnenschienen ist der Rand der Schiene gewöhnlich auf der innern Seite der Eisenbahn angebracht.

Zuweilen sind die Räder der Wagen, welche auf den Kantenschienenwegen laufen, wie die Peripherie von Rollen ausgekehlt, so dass sie doppelte Ränder haben.

Die an den Achsen befestigten Räder werden unveränderlich in einer senkrechten Ebene erhalten, welche senkrecht auf der Achse steht, und können daher weit weniger die Schienen verlassen und fallen, wie die um die Achse beweglichen Räder, welche wegen der Abnutzung der Büchsen der Achsschenkel eine zu der senkrechten Ebene geneigte Stellung annehmen können. Wenn aber die Achse der Bahn gekrümmt ist, so müssen die beiden an einer und derselben Achse befestigten

Räder eine gleiche Anzahl von Umgängen machen, während die Abwickelung der innern Schiene, die an der Concavität der Curve liegt, weit kürzer ist, als die Abwickelung der äussern Schiene; es folgt daraus, dass das eine von den Rädern auf der Schiene um eine Länge gleiten muss, welche gleich der Differenz zwischen der Länge der innern und der äussern Schiene ist, welches den Bewegungswiderstand um so mehr vermehrt, je geringer der Krümmungshalbmesser der Eisenbahn, und je grösser die Entfernung der beiden Schienen voneinander ist.

Nutzeffect des Pferdes und Förderungskosten auf dem Rinnenschienenwege. Wir wollen einige Beispiele von der Förderung auf Rinnenschienenwegen angeben. In der Landorgrube bei Swansea in Glamorganshire ist die Spurweite der Bahn 2 Fuss 4 Zoll englisch; die Räder sind fast volle Scheiben von anderthalb Zoll Stärke in der Mitte und von $\frac{3}{4}$ Zoll an der Peripherie. Die Achsen liegen von Mitte zu Mitte $19\frac{1}{2}$ Zoll auseinander. Jede 4 Fuss lange Schiene wiegt 56 Pfund, und die gusseisernen Querschwellen, auf denen sie befestigt sind, wiegen eine jede 28 Pfund. Gewöhnlich bestehen die Querschwellen aber aus Holz. Jeder Wagen nimmt $1\frac{1}{4}$ Tonne Steinkohlen auf, und diese kosten $6\frac{1}{2}$ bis 7 Pfund Sterling. Die Schienen haben die Dimensionen und die Form, welche in Fig. 5, Taf. 29, angegeben worden sind. Ein Pferd zieht zwei Wagen, und es werden für das Vorfördern von 10 Tonnen Steinkohlen bis zum Schacht, der 1500 Yards von den Abbauen entfernt ist, 3 Schilling 2 Pence bezahlt, d. h., 0,399 Fr. für die Tonne Steinkohlen, welche 1015 Kilogramme wiegt und 1372 Meter weit transportirt wird.

In der Crumlyngrube in Monmouthshire ist die unter Tage befindliche Rinnenschienenbahn auf dieselbe Weise und mit denselben Schienen eingerichtet, wie die mit dem Monmouthcanal parallele Rinnenschienen-Eisenbahn, welche nach Newport führt. Man sieht in Fig. 6, Taf. 29, bei *aa* Löcher zur Aufnahme von Nägeln, welche die gusseisernen Schienen auf die Querschwellen befestigen. Jedes ohngefähr 1 Yard lange Stück wiegt etwa 42 Pfund. Es wird auf dieser Eisenbahn mit Wagen gefördert, von denen jeder ohngefähr 3 Tonnen Steinkohlen aufnimmt. Der leere Wagen wiegt 16 englische Centner. Der Fall des Schienenweges von Crumlyn nach Newport beträgt 6 Zoll auf die Kette von 22 Yards (à 3 engl. Fuss), d. h., $\frac{1}{132}$. Zwei Pferde ziehen abwärts 7 gefüllte Wagen und bringen sie auch wieder aufwärts.

Die Spurweite der Eisenbahnen unter Tage beträgt 3 Fuss 4 Zoll. Die Wagenräder haben 2 Fuss im Durchmesser; das Gewicht eines leeren Wagens beträgt 8 Centner; er trägt eine Tonne Steinkohlen.

Der Wagen ist ein länglich-viereckiger Kasten, 6 Fuss lang, 3 Fuss breit, 14 Zoll tief, auf welchen man divergirende Räder anbringt. Die Radbüchsen sind verschlossen, um die Kosten des Schmierens zu vermindern. Fig. 7, Taf. 29, stellt einen Durchschnitt von dem Achsschenkel und von der Büchse dar; *aa* ist ein eiserner Ring, der auf dem Achsschenkel befestigt ist; *dd'* ist eine um den Achsschenkel bewegliche Scheibe, welche durch den Ring *a, a* gehalten wird, und mit welcher das Rad mittelst der Schraubenbolzen *vv* verbunden ist. Das Schmieren wird dadurch bewirkt, dass man das Oel oder das Fett durch das schiefe Loch *u* in der Nabe hineinbringt, welches darauf mit einem Nagel verschlossen wird. Ein von einem Knaben geführtes Pferd fördert täglich 40 Tonnen 1320 Yards (1207 Meter weit); es zieht 3 Wagen auf einmal; die Steigung der Bahn beträgt 9 Zoll auf 22 Yards, d. h., $\frac{1}{88}$.

Ueber Tage ist die Eisenbahn auf 1 engl. Meile (1609 Meter) mit demselben Abfalle fortgesetzt. Ein von einem Knaben geführtes Pferd fördert die 40 Tonnen auf derselben Strecke; jedoch kann das Pferd hier 4 Wagen auf einmal ziehen.

Beschreibung der unter Tage angewendeten Kantenschienen-Eisenbahnen und Förderwagen. Wir wollen uns nicht weiter über die Rinnenschienenwege unterhalten, indem man überall gefunden hat, dass die Kantenschienen bei Weitem den Vorzug verdienen. Die unter Tage zur Grubenförderung angewendeten Schienen sind gewöhnlich einfache, ausgewalzte Flachstäbe, die man auf die Kante und Ende an Ende stellt. Sie sind in hölzerne Querschwellen eingelassen, die auf der Sohle liegen. Nach den Enden dieser Schwellen zu, und in einer gleichen Entfernung der Breite der Bahn, macht man zwei Einschnitte, welche bis zur Mitte der Stärke der Hölzer gehen, deren Tiefe aber geringer, als die Höhe der Schiene, ist. Man stellt diese nun in die Einschnitte und hält sie darin mittelst hölzerner Keile fest, die man seitwärts auf der innern Seite der Bahn eintreibt. Bei dieser Art von Einrichtung müssen die Querschwellen breite Bohlen von 25 bis 30 Centimeter und 8 bis 9 Centimeter stark seyn, Figg. 8, 9 u. 10, Taf. 29.

Man könnte die Dimensionen der Schienen nach solchen Principien berechnen und ihnen solche ertheilen, dass der höchste Druck, den sie zu ertragen haben, nicht $\frac{1}{4}$ von dem erreicht, der ihren Bruch veranlasst, welches Maximum der Tragfähigkeit man aus der Erfahrung kennt. Man muss bei diesen Berechnungen annehmen, dass die Stäbe nur auf die Querschwellen gelegt und nicht in dieselben eingelassen seyen.

Ablade- und Füllörter, Verzweigungen der Bahn. Unter Tage sind die Förderbahnen sehr häufig einfach, wegen der grössern Kosten und hauptsächlich wegen der grössern Streckenbreite, welche eine doppeltspurige Bahn erfordert. Auf gewissen Entfernungen voneinander ist aber die Bahn doppelt, damit sich die Wagen ausweichen können. In allen Fällen muss sie in der Nähe des Förderschachtes und der Auslade- und Füllörter doppelt seyn. Am Häufigsten lässt man an solchen Puncten die Schienen ganz weg und belegt sie mit gusseisernen ebenen Platten, damit sich die Wagen dort nach allen Richtungen bewegen können. Dadurch vermeidet man die Construction von Drehscheiben, die schwierig zu unterhalten und deren Bewegung ausserdem unter Tage unbequem seyn würde. Damit der Wagen mit Leichtigkeit, und ohne erst Versuche machen zu müssen, von den gusseisernen Platten auf die Schienen gestossen werden könne, müssen die Enden der Schienen, die auf einem ebenen Boden auslaufen, abgerundet seyn, und die gusseiserne Platte ist mit einem Vorsprunge versehen, der aus zwei krummlinigen Theilen besteht, die sich vor der Bahn auf der Verlängerung von deren Achse treffen. Diese Einrichtung ist in Fig. 11 u. 12, Taf. 29, im Grundrisse und senkrechtem Durchschnitte dargestellt, und es sind *a*,*a'* die abgerundeten Enden der Schienen und *mnp* der an die Platte angegossene Vorsprung, welcher dazu dient, den Wagenrädern eine Richtung zu geben, so dass sie in die Bahn einlaufen. Die Spurkränze der Räder treten in die Zwischenräume zwischen den Schienen und den Vorsprung *mnp* ein. Diese Spurkränze haben einen cylindrischen Umfang von 2 bis 3 Centimeter Breite, auf welchem die Räder laufen, wenn sie sich auf den gusseisernen Platten bewegen.

An den Puncten, wo die Bahn doppelt seyn muss, ist es nothwendig, ihr eine Biegung zu geben. Wenn die Wagen von Menschen geführt werden und häufig oft selbst dann, wenn sie Pferde ziehen, bedient man sich nicht bei den Gabelungen und

Verzweigungen der Bahn beweglicher Nadeln oder Lenkschienen, die schwierig zu unterhalten und zu handhaben sind, da in den Gruben die Bahn nicht immer sehr rein gehalten werden kann. Man begnügt sich damit, zwischen den Schienen der fortsetzenden Bahn und dem Anfange der Schienen der Seitenbahn einen freien Raum zu lassen, der hinreichend zum Durchgange der Spurkränze der Räder ist. Die Zugkraft wird auf den Ort der Verzweigung gerichtet, so dass die Räder auf die zu verfolgende Bahn übergehen. An der Kreuzung zweier Eisenbahnen bringt man ebenfalls Einschnitte für den Durchgang der Spurkränze an, und es ist unnütz, Gegenschienen anzubringen, um das Abkommen der Räder von den Schienen zu verhindern. Die Fig. 13, Taf. 29, stellt eine Doppelung der Eisenbahn in den Steinkohlenbergwerken von Roche-la-Molière im französischen Loire-Departement dar. An den Puncten C und C' sind die Flacheisenstäbe CD, $C'D$ an dem Theile eingeschnitten, der über der Ebene der hölzernen Querschwelle befindlich ist, und sie berühren mit dem untern, nicht eingeschnittenen Theile die Schienen CE und $C'E'$, wie man es in Fig. 14 sieht, die einen einzelnen, nach einem weit grössern Maassstabe, an dem Gabelpuncte C darstellt. a ist ein zwischen die beiden Schienen eingetriebener Keil, zur Erhaltung ihrer Winkelentfernung; und dieser Theil ist auf der Querschwelle festgenagelt; b ist der gewöhnliche Keil, welcher die Schiene in den Einschnitt befestigt. Die Fig. 15 stellt die Kreuzung D nach einem weit grössern Maassstabe dar. Die beiden Schienen CD, $C'D$ sind nach Auswärts gebogen, um den Eintritt der Spurkränze zu erleichtern, welche in den Richtungen DC oder $D'C$ anlangen. Die beiden andern Schienen vereinigen sich in einen spitzen Winkel und sind jenseits dieses Winkels in dem obern Theile der Ebene von den Querschwellen eingelassen, und ihre Verlängerungen berühren unten die Schienen CD, $C'D$. Diese Schienen sind übrigens so zusammengeschweisst, um ein X zu bilden, von welchem zwei Arme sehr kurz sind. Keile a, a', welche auf die Querschwelle festgenagelt sind, erhalten die Winkelentfernung der Schienen, und 4 Keile b, b', b'', b''', befestigen sie auf die Querschwelle.

Fig. 16 stellt die Verzweigung einer Seitenbahn mit einer Hauptbahn mittelst beweglicher Schienen dar, die sich an den Puncten o und o' um Nägel bewegen. Da, wo diese Lenkschienen sich an die Schienen der Hauptbahn legen, sind sie abgeschrägt. Der Boden der Einschnitte c, c, auf denen die Lenkschienen sich bewegen, müssen mit Eisen beschlagen seyn, damit die Abnutzung verhindert werde. Besser ist es noch, die Querschwelle MN, auf welcher die Verzweigung beginnt, von Gusseisen zu nehmen.

Verschiedene Formen der Förderwagen. Die Form und die Dimensionen der Wagen sind, nach den Dimensionen der Strecken, nach der angenommenen Art und Weise des Füllens und des Entladens, nach der Lage der Grube, sowie endlich nach der Beschaffenheit der gewonnenen und geförderten Materialien, sehr verschieden. Gehen die Förderstrecken unmittelbar zu Tage aus, wie in den Steinkohlenbergwerken von Südwales, wie in denen des Beckens von Grand-Combe, des Beckens von Saarbrücken und wie im Allgemeinen bei allen Bergwerken, die über der Sohle der benachbarten Thäler betrieben werden, so muss man solche Einrichtungen treffen, dass die unterirdischen Förderbahnen bis zu den Ablagen oder den Verkaufsplätzen der gewonnenen Mineralien fortsetzen. Werden sie auf einem Canale, auf einem schiffbaren Flusse, oder in einem Meereshafen eingeschifft, so sind die Eisenbahnen bis dahin verlängert, und die Förderwagen sind alsdann häufig denen gleich, wie sie auf den Eisenbahnen über Tage benutzt werden; sie nähern sich diesen in ihren Dimensionen so sehr,

als es nur die Breite und die Höhe der Strecken gestatten. Gehen die Förderstrecken bis zu dem Tiefsten seigerer oder donlegiger Schächte, so werden die Wagen entweder gänzlich, nebst ihren Rädern, zu Tage ausgefördert, oder sie werden am Füllorte des Schachtes entleert und das zu fördernde Material wird in Tonnen gefüllt und mittelst dieser zu Tage ausgefördert; oder endlich die Wagen bestehen nur aus Gestellen, auf welche man die Fördergefässe stellt, welche alsdann unter den Schächten an das Seil geschlagen und ausgefördert werden. So werden in den wenig tiefen Steinkohlengruben in Südwales, in Staffordshire etc., die Wagen, welche zur Streckenförderung dienen, gewöhnlich durch seigere Schächte zu Tage ausgefördert. In den Bergwerken der Umgebung von Rive-de-Gier und Saint-Etienne werden die Fördergefässe gewöhnlich auf Gestellwagen gesetzt und unter die Schächte gefahren. Im französischen Nord-Departement und in Belgien werden die Wagen unter den seigern Schächten ausgestürzt und die Kohlen werden in die Fördertonnen geladen. Für Steinkohlengruben ist es aber von grösster Wichtigkeit, das Umladen oder den Wechsel der Fördergefässe zu vermeiden, indem dadurch die Stückkohlen zerbrechen und zuviel Staubkohlen entstehen, die einen weit geringern Werth, als die Stückkohlen, haben. Daher sucht man den Wechsel dadurch zu vermeiden, dass man entweder den ganzen Wagen an das Förderseil schlägt, oder indem man zur Streckenförderung nur Gestellwagen anwendet und die Fördergefässe auf dieselben setzt, die dann ebenfalls zur Schachtförderung dienen.

Wenn die gewonnenen Mineralien formlos sind, wie die Erze, und wenn ihr Werth nicht von der Grösse der Stücke abhängt, so ist das Einzige, was man zu berücksichtigen hat, die Ersparung und folglich die Leichtigkeit des Ausstürzens.

Räder und Achsen. Mögen nun übrigens die Wagen vollständige Kasten, oder nur Gestelle seyn, so ist die Einrichtung der Räder und der Achsen stets dieselbe. Die Strecken sind im Allgemeinen krumm, und die Eisenbahnen müssen daher an vielen Puncten Curven mit kleinem Halbmesser bekommen. Auch ist die Streckensohle nicht immer fest, wodurch die Schienen häufig aus ihrer ursprünglichen Lage kommen. Endlich ist die Bahn stets weniger rein, als sie es über Tage seyn kann. Die Wagen müssen so construirt seyn, dass sie sich nach diesen Umständen bequemen. Wir haben schon bemerkt, dass bei den auf Rinnenschienen laufenden Wagen die Räder auf den Schenkeln der Achsen beweglich seyen, und dass man sie linsenförmig mache, um die Reibung zu vermindern, welche der Schmutz auf der Bahn veranlasst. Man erreicht den Zweck auf diese Weise sehr gut, und wirklich können sich die auf diese Weise eingerichteten Wagen in Curven von einem sehr kleinen Halbmesser, ohne eine wesentliche Vermehrung des Widerstandes, bewegen, vorausgesetzt, dass die beiden Achsen nicht weit voneinander entfernt sind; allein die Räder schneiden bald in die gusseisernen Schienen ein. Es zerbrechen diese leicht: sie müssen daher ein grösseres Gewicht haben, als die gewalzten Schienen, so dass sich endlich die Erfahrung dahin entschieden zu haben scheint, die gusseisernen Rinnenschienenwege gänzlich durch Kantenschienen von gewalztem Eisen zu ersetzen. Wir wollen uns demnach hier nur mit denjenigen Wagen beschäftigen, welche sich auf dieser letztern Art von Schienen bewegen.

Bekanntlich sind die Räder der sich auf grossen Eisenbahnenlinien bewegenden Wagen zu zwei an einer Achse befestigt, und diese bewegen sich in Büchsen, die an dem Wagengestelle angebracht sind. Diese Einrichtung ist offenbar vortheilhaft, wenn der Wagen gerade Linien durchläuft. Einerseits ist die Stellung der Räder in senk-

rechten Ebenen besser gesichert. Andererseits, wenn der Wagen eine solche Construction und Ladung hat, dass sein Schwerpunct nicht in der senkrechten Ebene liegt, die mitten auf den Achsen senkrecht steht, so dass das Gewicht ungleich auf den vier Stützpuncten der Räder vertheilt sey, oder wenn die ziehende oder stossende Kraft nicht in derselben Ebene enthalten ist, so sucht der Wagen von der geraden Linie abzuweichen und eine Curve zu beschreiben. Wären die Räder an den Achsen beweglich, wie bei den Wagen der Rinnenschienenwege, so würde die Abweichung nur durch den Seitendruck der Schienen gegen die Radkränze verhindert werden; sind dagegen die Räder mit der Achse verbunden, so kann sich der Wagen nicht von der geraden Linie entfernen, ohne dass das eine oder beide Räder auf den Schienen gleiten, und es verhindert die Reibung die Abweichung. Die Grundsätze der Mechanik und die Erfahrung haben bewiesen, dass die allgemein angenommene Construction, welche darin besteht, die Räder zu zweien an den beweglichen Achsen zu befestigen, bedeutende Vortheile auf den geradlinigen Theilen der Eisenbahn hat.

Die Radkränze der auf grossen Eisenbahnlinien laufenden Wagen sind nicht cylindrisch, sondern etwas conisch. Ihre Oberfläche ist die eines abgestumpften Kegels, dessen grössere Grundfläche nach der innern Seite der Bahn zu gekehrt ist und an dem hervorstehenden Spurkranze liegt, welcher den Zweck hat, das Rad auf der Schiene zu erhalten. Die kegelförmige Gestalt der Radkränze gestattet einen grössern Spielraum zwischen den Spurkränzen und den Schienen und scheint auch einige Vortheile darzubieten, wenn der Wagen sich in gerader Linie bewegt. Wirklich, wenn die Zug- oder Stosskraft eine schiefe Richtung zu der Achse der Bahn hat, so können Räder mit cylindrischen Kränzen in einer Richtung gleiten, die senkrecht auf der Bahn steht, bis dass die Spurkränze gegen die Schienen drücken und sich an denselben reiben. Dagegen wird bei Rädern mit conischem Kranze eine schiefe Zug- oder Stosskraft zwar zuvörderst eine Querbewegung veranlassen, es werden aber sehr bald die auf der Seite, gegen welche der Wagen getrieben worden ist, befindlichen Räder sich mit einer Peripherie von grösserm Halbmesser, als die entgegengesetzten Räder, stützen; diese Bewegung wird die Achsen des Wagens in die Achsen der Bahn zurückzubringen suchen, und zwar wird diess geschehen, ehe sich die Spurkränze an den Rädern reiben. Neben diesen Vortheilen der kegelförmigen Gestalt der Radkränze auf geradlinigen Bahnstrecken, welche darin besteht, die Reibung der Spurkränze an den Schienen zu verhindern, hat sie aber auch einen Nachtheil. Wenn der Schwerpunct des Wagens nicht in der verticalen Ebene liegt, die senkrecht in der Mitte der Achsen befindlich ist, so kann der Wagen auf den Schienen, die Reibung unberücksichtigt gelassen, nicht im Gleichgewichte seyn, als die gemeinschaftlichen Achsenlinien der Achsen und Räder eine geneigte Lage zum Horizonte annehmen, so dass sich die wegen der Lage des Schwerpunctes am Meisten belasteten Räder mit Peripherie von kürzern Halbmessern auf die Schienen stützen, als die entgegengesetzten Räder. Sogleich wird aber die Differenz zwischen den Radradien die Achsenlinie des Wagens in die der Bahn zurückzuführen suchen, und es muss aus diesen beiden entgegengesetzten Bestrebungen des Wagens eine schlangenförmige Bewegung des Wagens zwischen den Schienen entstehen, welche man das **Schlingern** nennt, wobei jedoch die Spurkränze der Räder nie an die Schienen drücken können. So unbequem dieses Wiegen oder Schleudern auch für die Reisenden auf Eisenbahnen ist, so hat es doch durchaus nichts Nachtheiliges für die Lastwagen. Kurz, die Erfahrung hat gezeigt, dass die kegelförmige Ge-

stalt der Radkränze vortheilhaft sey, und es scheint uns, dass die Vortheile dieser Gestalt bei'm Durchfahren von geraden Linien mindestens eben so bedeutend sind, als wie die, welche sie in Krümmungen gewähren.

Einrichtung der Schienen in den Curven. Auf den gekrümmten Theilen der Eisenbahnen werden die Wagen, deren Räder cylindrische Kränze haben, durch die Centrifugalkraft auf die Seite der äussern Schiene gedrängt, und die Spurkränze nähern sich derselben, wenigstens wenn die Zug- oder Stosskraft nicht auf den Radius der Curve geneigt ist, um der Centrifugalkraft entgegenzuwirken. Da zu gleicher Zeit die von der äussern Schiene getragenen Räder einen grössern Kreis zu durchlaufen haben, als die entgegengesetzten, so müssen die einen, weil sie dieselbe Anzahl von Umgängen machen müssen, wie die andern, auf den Schienen gleiten. Da endlich die Achsen einander parallel bleiben müssen, so kann die krummlinige Bewegung des Wagens nicht stattfinden, ohne dass die Räder in jedem Augenblicke auf den Schienen in der Querrichtung auf der Seite des Curvenmittelpuncts gleiten. Ausserdem ist es unerlässlich, einen hinreichenden Spielraum zwischen den Spurkränzen und den Schienen zu lassen, damit die erstern zwischen den Schienen in den gekrümmten Theilen der Bahn erhalten werden können. Dieser Spielraum muss offenbar um so bedeutender seyn, je weiter die Achsen, welche parallel bleiben sollen, voneinander entfernt sind.

Man hat mehrere Mittel vorgeschlagen, um die von dem Gleiten der Räder nach einer Längen- oder Querrichtung in den gekrümmten Theilen herrührenden Gleitungen, sowie das Bestreben der Räder, aus den Schienen herauszugehen, welches durch die Centrifugalkraft veranlasst wird, zu vermindern.

Man hat zuvörderst die äussere Schiene höher gelegt, damit die Schwerkraft in der Richtung des Radius der beschriebenen Curve eine der Centrifugalkraft entgegenwirkende zusammengesetzte Kraft habe. Man hat dadurch den Zweck erreicht. Die Erhöhung der äussern Schiene muss der Breite der Bahn, dem Quadrate der Geschwindigkeit des Wagens proportional seyn, und im umgekehrten Verhältnisse zu dem Krümmungs-Halbmesser stehen.

Verschiedene Mittel, die man angewendet hat, um das Gleiten der Räder in den Bahnkrümmungen zu vermeiden. Die Erhöhung der äussern Schiene verhindert den Seitendruck der Spurkränze gegen dieselbe, sowie die Tendenz, aus den Schienen herauszuspringen, allein sie verhindert das Gleiten der Räder auf den Schienen, sey es nun in der Richtung der Tangente der beschriebenen Curve, oder in der Richtung des Querradius, nicht. Um das Gleiten auf den Schienen in der Längenrichtung zu vermeiden, hat man den Vorschlag gemacht, die Räder unabhängig voneinander zu machen, und jedes Rad an einer besondern Achse zu befestigen. Eine solche Einrichtung erfordert vier Achsen, statt zweier, für einen Wagen. Sie hat bei'm Durchlaufen geradliniger Theile fast dieselben Nachtheile, als die an den Achsen, die an dem Wagengestelle befestigt sind, beweglichen Räder, und ausserdem liegen die entgegengesetzten Räder einander nicht gegenüber. Die Figg. 17, 18 u. 19, Taf. 29, stellen einen ähnlichen Wagen mit vier Achsen vor, der in den schlesischen Steinkohlenbergwerken angewendet wurde, und der, nach den gemachten Erfahrungen, in den gekrümmten Theilen vortheilhafte, auf den geradlinigen Theilen aber unvortheilhafte Resultate gab.

Darauf hat man vorgeschlagen, die drehbaren Achsen beizubehalten, eins von den Rädern an denselben unveränderlich zu befestigen, das andere aber dagegen sich

frei um den Schenkel bewegen zu lassen. Diese zuvörderst bei den Erdwagen bei dem Baue der Eisenbahn von St. Etienne nach Andrezieux im Loire-Departement und dann auch in den Steinkohlenbergwerken des Beckens von Rive-de-Gier angewendete Einrichtung zeigte sich bei'm Gebrauche als zweckmässig, auf den geradlinigen Theilen der Bahn hat sie etwas geringere Nachtheile, als die um feste Achsen beweglichen Räder, und die Abnutzung der Büchse um die Radnabe musste sehr gering seyn. Auf geradlinigen Theilen hat sie den Vortheil, die Nachtheile zu vermeiden, welche aus dem ungleichen Halbmesser der Räder entstehen, wenn sie nicht vollkommen kreisförmig und gleich unter sich sind. Nimmt man an, dass die äussere Schiene höher liege, so dass die Wirkung der Schwerkraft der Centrifugalkraft, unter der Geschwindigkeit, welche der Wagen erhält, das Gleichgewicht halte, und wenn man zu gleicher Zeit halbfeste Räder anwendet, so wird dadurch der Widerstand vermieden, der von dem Längengleiten der Räder auf den Schienen, sowie von der Reibung der Spurkränze, herrührt, und es wird kein anderer Widerstand in den Curven bleiben, als das Quergleiten in der Richtung des Halbmessers, welches eine Folge von dem nothwendigen Parallelismus der Achsen ist.

In den Bergwerken, wo sich die Wagen stets mit einer geringen Geschwindigkeit bewegen, und wo zu dieser Bewegung nur Menschen- oder Pferdekräfte angewendet werden, und wo keine grosse Stabilität erforderlich ist, kann man den von dem Gleiten in einer Querrichtung der Bahn herrührenden Widerstand hinlänglich vermindern, indem man die Achsen einander nähert. Diese Näherung der Achsen ist sogar oft nützlich, um das Umstürzen des Wagens bei seinem Entleeren zu erleichtern. So bewegen sich in den Gruben der Umgegend von Saint Etienne Förderwagen, die von Menschen gestossen werden, deren Achsen von Mitte zu Mitte 4 Decimeter oder 16 Zoll auseinander liegen, sehr leicht in Krümmungen von 3, ja selbst von 2 Metern Halbmesser, indem die Breite der Bahn 7 bis 8 Decimeter (28 bis 32 Zoll) beträgt.

Man hat noch andere Mittel angegeben, um den von der Reibung herrührenden Widerstand und das Bestreben der Räder, die Schienen zu verlassen, bei dem Durchlaufen gekrümmter Theile zu vermeiden.

Herr Laignel hat seit langer Zeit vorgeschlagen, in den Krümmungen die Schiene flach, statt auf die Kante, zu legen, und das äussere Rad auf dieser Schiene durch den Spurkranz tragen zu lassen, so dass der Durchmesser dieses äussern Rades weit grösser werde, als der des entgegengesetzten Rades. Die an einer Achse befestigten beiden Räder bilden alsdann einen abgestumpften Kegel, und man ist der Meinung gewesen, dass, wenn sich der Scheitel des Kegels auf der erhöhten Senkrechten im Krümmungs-Mittelpuncte der Schienen befinde, dieser Kegel sich von selbst kreisförmig bewege, indem er, ohne zu gleiten, auf der Ebene rollen müsse, die er stets durch eine Erzeugungslinie berühre, ohne dass die Räder irgend einen Seitendruck auf die Räder ausübten. Das von Herrn Laignel vorgeschlagene Mittel scheint uns aber in der Anwendung minder zweckmässig zu seyn, als das darin bestehende, eins von den Rädern sich frei um die Achse drehen zu lassen, während man zu gleicher Zeit die äussere Schiene erhöht.

Wagen mit breiten conischen Kränzen und Bahnen des Herrn Serveille. Herr Serveille hat den Vorschlag gemacht, den Wagen auf breiten kegelförmigen Rädern ruhen zu lassen, von denen je zwei an beweglichen Achsen befestigt sind. Er hat in einem Bausteinbruche bei Meudon eine Eisenbahn ausgeführt, deren

Spurweite von 27 bis 30 Centimeter wechselt, auf denen Wagen laufen, die mit 600 Kilogrammen Steinen beladen, und deren Räder durch abgestumpfte ersetzt sind, deren grosse Grundflächen aneinander liegen. Die Figg. 1 u. 2, Taf. 30, stellen einen solchen Wagen vor. Sie laufen in Krümmungen von einem sehr kurzen Halbmesser und auf einer Bahn, deren Spur sehr unregelmässig ist, sowohl in Beziehung auf die ungleiche Breite, als auch in Beziehung der Ebene, in welcher die Schienen liegen, indem die beiden parallelen Schienen an mehreren Puncten in verschiedenen Höhen liegen. Ohnerachtet dieser Unregelmässigkeiten und der sehr kleinen Krümmungs-Halbmesser, gehen die Wagen nicht von den Schienen ab, auf denen sie nach der einen oder der andern Seite geneigte Stellungen annehmen, je nach der Querneigung der Bahn, sowie auch nach der Stellung des Schwerpunctes von den Wagen und der Richtung der Zugkraft.

Unseres Erachtens hat diese Einrichtung grosse Vorzüge vor allen andern an solchen Puncten, wo es in Folge besonderer Umstände, wie, z. B., Beweglichkeit der Sohle, unmöglich ist, die Bahn in gehöriger Ordnung und Reinheit zu erhalten. Es ist gewiss, dass die auf breiten conischen Rädern laufenden Wagen nicht aus der Bahn gehen, und dass, wenn sich die Achsen so neigen, dass die Räder auf ungleichen Radien rollen, die Ungleichheit der Radien selbst, in Folge der dadurch entstehenden Reibung des Gleitens, die Achse des Wagens nach der Achse der Bahn zurückzuführen scheint. Der Wagen schlängelt alsdann zwischen den Schienen, ohne dass die Ränder der abgestumpften Kegel gegen dieselben drücken. Die Figg. 3 u. 4, Taf. 30, stellen den von Herrn Serveille angenommenen Schienenstuhl dar, die Art und Weise, wie er durch zwei Schrauben auf hölzerne Querschwellen befestigt wird, und wie die Flacheisenstäbe, welche die Schienen bilden, darin befestigt sind. Die Fig. 6 ist der horizontale Grundriss von der Bahn des Steinbruchs bei Meudon; Fig. 5 ist das Profil des Terrains, auf denen diese Bahn und die Rampe oder der Bremsberg, der einen Theil davon bildet, eingerichtet sind. Fig. 7 stellt nach einem grössern Maassstabe zwei geradlinige Theile der Bahn dar, die durch zwei halbkreisförmige Curven von sehr geringem Durchmesser miteinander verbunden sind, auf denen ein Mensch mit Leichtigkeit die mit 600 Kilogrammen belasteten Wagen fortstösst.

Endlich, wenn die Sohle der Strecken eine hinreichende Festigkeit darbietet, so dass die Eisenbahn in einem regelmässigen und reinlichen Zustande erhalten werden kann, so könnte man bei den Förderwagen die folgende Einrichtung annehmen: Die Achsen müssen so nahe aneinander gelegt werden, als es der unumgänglich nothwendige Grad der Stabilität erfordert; dieselben müssen sich in Büchsen bewegen, die an dem Wagengestelle befestigt sind, und zu gleicher Zeit muss eins von den Rädern um die Achse bewegt werden können. Es müssen cylindrische Räder mit breiten Kränzen und mit innern Spurkränzen angewendet werden, welche einen Spielraum von 2 bis 3 Centimetern zwischen sich und den Schienen lassen, wenn der Wagen in der Achse der Bahn ist; in Krümmungen muss die äussere Schiene um so höher gelegt werden, je grösser die Geschwindigkeit der Wagen ist. Wenn die geringe Festigkeit der Streckensohlen es nicht gestattet, die Bahn in einem guten, regelmässigen und reinen Zustande zu erhalten, so ist die oben beschriebene Einrichtung des Herrn Serveille gewiss allen übrigen vorzuziehen. Macht man die Bahn schmal und legt die Achsen nahe aneinander, so ist die Stabilität des Wagens gering, oder genau genommen, es ist nicht erforderlich, den Schwerpunct des Wagens viel zu erhöhen, um ihn nach Vorn, nach Hinten, oder von der Seite umzustürzen. Dadurch wird das Ausstürzen erleich-

tert, ohne jedoch zu einem zufälligen Umfallen des Wagens auf der Bahn Veranlassung zu geben. Jedoch darf man diese Einrichtung nicht bei Gestellwagen annehmen, auf welche etwas hohe Fördertonnen gestellt werden.

Gestalten und Kosten der in Bergwerken angewendeten Förderwagen und Eisenbahnen. Die Durchmesser der Räder bei den in den Bergwerken angewendeten Förderwagen sind im Allgemeinen klein, weil sie durch die Höhe der Förderstrecken beschränkt sind. In Gruben, deren Strecken 1,5 bis 2 Meter hoch sind, beträgt der Raddurchmesser gewöhnlich 33 bis 40 Centimeter. Die Spurkränze treten 20 bis 25 Millimeter vor, und die Durchmesser der Achsen in den Büchsen hängen von der Belastung des Wagens ab. Es ist zweckmässiger, die Achsen etwas stärker zu machen, und dadurch die Reibung zu vermehren, als Achsenbrüche zu haben. Wir theilen hier als Beispiel die Hauptmaasse und die Kosten eines Förderwagens mit, sowie sie in den Steinkohlenbergwerken von Roche-la-Molière im Loire-Departement angewendet werden.

Raddurchmesser im Kranze . . . , ...	0,33 Met.
Stärke des abgedrehten Theils der Achsen in den Büchsen . .	0,03 -

Der hölzerne Kasten nimmt $7\frac{1}{2}$ Hectoliter Steinkohlen auf, welche 600 Kilogrammen wiegen.

Das ganze Gewicht des Wagens, mit Einschluss der Räder, beträgt 180 Kilogrammen. Die Kosten für einen solchen Wagen sind die folgenden:

		Fr.		Cent.
	Beschläge und Achsen 27 Kil. à 1 Fr.	27	Fr. —	Cent.
	Vier gusseiserne Räder 70 Kil. à 38 Fr. die 100 Kil.	26	- 60	-
	Vier bronzene Büchsen zur Aufnahme der Achsen, 2,60 Kil. à 3 Fr. 60 Cent. die Kilogramme . . .	9	- 36	-
	Nägel 1 Kil. à 90 Cent.	—	- 90	-
Kasten	14 laufende Meter Büchenholz zu dem Gestelle à 30 Cent. das Meter	4	- 20	-
Kasten	6 Quadratmeter dünne fichtene Breter à 1 Fr. 0,7 Cent. das Quadratmeter	6	- 42	-
Kasten	3 Tagelöhne für die Zusammensetzung à 3 Fr. . . .	9	- —	-
	Summa	85	Fr. 48	Cent.

Die Bahn, auf welcher sich diese Wagen bewegen, besteht aus gewalztem Flacheisen von 0,07 Meter Höhe auf 0,011 Meter Breite, welches auf die Kante auf Querschwellen gelegt worden ist, von denen jeder 1 Meter von dem andern entfernt ist. Die Spurweite der Bahn beträgt 0,80 Meter. Die Kosten für das laufende Meter waren die folgenden:

10,811 Kil. Eisen à 33 Fr. 25 Cent. die 100 Kil. . . .	3	Fr. 51	Cent.
1,13 laufende Meter Fichtenholz zu Querschwellen à 50 Cent. das Meter .	—	- 56	-
2 Keile .	—	- 05	-
Das Legen .	—	- 41	-
Zurichtung der Streckensohle	—	- 13	-
Summa	4	Fr. 66	Cent.

Das Eisen zu den Schienen ist aber zu schwach; macht man es aber, statt 11 Millimeter, 15 Millimeter stark, so würde das die Kosten auf das laufende Meter um

1 Fr. 28 Cent. erhöhen, so dass die Kosten für das laufende Meter 5 Fr. 94 Cent. betragen würden.

In den Bergwerken von Blanzy bestehen die Schienen aus eisernen Stäben von 0,058 Meter Höhe und 0,0135 Stärke; sie wiegen 5 Kilogramme das laufende Meter. Sie sind in hölzerne Querschwellen eingelassen, welche 0,60 bis 0,90 Meter auseinander liegen; die Spurweite der Bahn beträgt 0,80 Meter. Die Wagen enthalten 6 bis 8 Hectoliter Steinkohlen, deren Gewicht 650 Kilogramme netto beträgt. Es haben jedoch diese Schienen zu schwache Dimensionen, so dass sie nach 4 Jahren unbrauchbar geworden waren; denn oft bogen sie sich unter der Last der geförderten Massen, oder zerbrachen durch die Stösse. Herr Harmet ist der Meinung, dass die Dimensionen wenigstens um $\frac{1}{5}$ nach allen Richtungen verstärkt werden müssten.

Zwei hierzu etwas geübte Arbeiter können in ihrer Schicht 25 Meter von der Eisenbahn legen. Sie erhalten für das Legen von einem laufenden Meter 25 Cent. Die Kosten für das laufende Meter der Bahn sind folgende:

10 Kilogramme Stabeisen	3 Fr.	40 Cent.
1,6 Meter hölzerne Querschwellen à 50 Cent.	— -	80 -
3,2 Keile à 2 Fr. das 100	— -	064 -
Transport zur Stelle	— -	016 -
Das Legen .	— -	25 -
In Summa	4 Fr.	53 Cent.

Man könnte, statt die Dimensionen der eisernen Schienen zu erhöhen, die Querschwellen näher aneinander legen, so dass die Zwischenräume nur 0,50 Meter betrügen. Die Erhöhung der Kosten würde in beiden Fällen fast dieselben seyn.

Steigung der Eisenbahnen auf den Hauptförderstrecken. Die Steigung der Eisenbahnen im Innern der Gruben hängt hauptsächlich von dem Durchmesser ab, welchen man möglicher Weise den Rädern geben kann, sowie auch von dem Zustande der Reinheit, in welcher sie zu erhalten möglich ist. Diese Steigung nach der Seite zu, von woher die Förderung erfolgt, beträgt gewöhnlich 5 bis 10 Millimeter auf das Meter; für Räder von 0,30 bis 0,40 Meter Durchmesser ohngefähr 10 Millimeter; für Räder von 60 bis 70 Centimeter Durchmesser kann er dagegen ohne Nachtheil auf 5 Millimeter reducirt werden.

Nutzeffect der Menschen und Pferde, welche zur Förderung auf Eisenbahnen in den Bergwerken gebraucht werden. Der Nutzeffect eines Menschen bei einer Bewegung von Wagen auf Eisenbahnen, bestimmt durch das Product des geförderten Gewichts mit der Schicht und mit der Entfernung, sowie mit der Entfernung, auf welche er transportirt worden ist, hängt hauptsächlich von dem räumlichen Inhalte des Wagens ab und steigt mit demselben. Ein Grund davon ist der, dass ein grosser Theil von der Muskelkraft des Menschen dazu angewendet wird, um sich selbst fortzuschaffen. So gering auch die Kraft seyn mag, die der Arbeiter auf den Wagen, den er stösst oder zieht, anwenden muss, so kann er nicht über 32000 Meter täglich durchlaufen, und da die Hälfte dieser Entfernung dem Rücktransport des leeren Gefässes entspricht, so legt er beladen nur höchstens eine Entfernung von 16000 Meter zurück. Wendet man daher Wagen an, die, wie die alten deutschen, auf hölzernen Gestängen ruhenden Hunde, so wird der Nutzeffect eines jeden Arbeiters $150 \times 16000 = 2{,}400000$ Kilogrammen, 1 Meter weit transportirt, nicht übersteigen.

Wendet man dagegen Wagen an, welche 600 Kilogramme ein jeder tragen, und die ziemlich gut eingerichtet sind, wie, z. B., die, welche man in den Gruben Roche-la-Molière benutzt, deren Dimensionen wir angegeben haben, so kann der Arbeiter täglich 16000 bis 20000, d, h., im Durchschnitte 18000 Meter, zurücklegen, und sein Nutzeffect wird 600 $\times$ 9000 = 5,400000 Kil., 1 Meter weit gefördert, seyn. Es ist diess wirklich der Nutzeffect der zu Roche-la-Molière und in andern Steinkohlengruben des Loire-Departements, Rheinpreussens etc. erreicht wird; während der Nutzeffect bei der Förderung in den Steinkohlengruben des Nord-Departements, wo die Wagen wegen der geringen Höhe der Strecken klein sind, 2,400000 bis 3,000000 Kilogr., 1 Meter weit transportirt, nicht übersteigt.

Wenn die Dimensionen der Strecken hinreichend sind, um noch grössere Wagen aufzunehmen, die bis 1000 Kilogramme Steinkohlen laden können, so wird die Zug- oder Stosskraft des Arbeiters jedoch nicht viel beträchtlicher seyn, weil man alsdann den Rädern im Verhältnisse zu den Achsen in den Büchsen einen weit grössern Durchmesser giebt. Der Arbeiter kann dann immer noch 16000 Meter in seiner Schicht fördern, und sein Nutzeffect wird 8,000000 Kilogr., 1 Meter weit gefördert, nahe kommen. Wenn es die Dimensionen der Strecken gestatten, Wagen von einem so grossen räumlichen Inhalte anzuwenden, so wird man auch im Allgemeinen im Stande seyn, zum Fördern Pferde, statt Menschen, anzuwenden. Ein Pferd zieht auf einmal 3 bis 5 Wagen, von denen ein jeder mit 1000 Kilogrammen beladen ist und legt in einer Schicht 30000 bis 20000 Meter zurück, jenachdem es 3 oder 5 Wagen auf einmal zieht, wenn die Bahn regelmässig und im guten Zustande befindlich ist. Der tägliche Nutzeffect des Pferdes beträgt demnach 45,000000 bis 50,000000 Kilogramme, 1 Meter weit gefördert.

So fördert in der Crumlyn-Grube in Südwales 1 Pferd, welches 3 Wagen auf einmal zieht, von denen ein jeder mit 1000 Kilogrammen beladen ist, auf einer Rinnenschienenbahn 31408 Meter täglich, und fördert 49,000000 Kilogrammen 1 Meter weit. Die Steigung der Bahn beträgt $\frac{1}{88}$.

Auf der Rinnenschienenbahn, welche von der Gerhardgrube bei Saarbrücken zu der Ablage an dem Ufer der Saar führt, und deren Abhang 14 Millimeter auf das Meter beträgt, fördert 1 Pferd, welches auf einmal 10 Wagen, ein jeder mit 516 Kilogrammen Steinkohlen beladen, zieht, täglich 19750 Meter weit, und sein täglicher Nutzeffect ist demnach 51,000000 Kilogramme, 1 Meter weit gefördert.

In der Steinkohlengrube von Janon bei Saint Etienne fördert ein Pferd auf einmal 7 Wagen, von denen jeder mit 600 Kilogrammen Steinkohlen beladen ist, auf einer Stabschienenbahn, dessen Steigung 5 Millimeter auf das laufende Meter beträgt, und legt täglich 22000 Meter zurück. Sein täglicher Nutzeffect beläuft sich daher auf 46,200000 Kilogramme. Zu Janon wendet man einfache Wagengestelle an, und auf jedem stehen 4 Tonnen, jede mit 150 Kilogrammen Steinkohlen beladen. Da die 4 Tonnen zusammen 150 Kilogramme wiegen, während die Seitenwände eines Wagenkastens von leichtem Holze nur ein Gewicht von 50 bis 60 Kilogrammen haben, so beträgt die durch diese eigenthümliche Einrichtung herbeigeführte Gewichtsverminderung der Steinkohlen gegen die gewöhnlichen Wagen mit Kasten, $\frac{1}{6}$ von der ganzen Ladung der Steinkohlen. In den Steinkohlenbergwerken des nördlichen Englands und auf söhligen Rinnenschienen beträgt der Nutzeffect des Pferdes, nach Herrn Piot, nur 20389 Kilogramme, 1000 Meter weit gefördert; es ist diess nicht die Hälfte von dem

Nutzeffecte der Pferde in der Grube zu Janon; allein in den englischen Gruben zieht ein Pferd nur 1800 Kilogramme auf einmal, statt 4200, und die Entfernung, welche es täglich, zur Hälfte beladen, und zur Hälfte leer, zurücklegt, beträgt nicht 20000 Meter.

Die obigen Resultate, mit Menschenförderung, nehmen an, dass der Arbeiter seinen Wagen nicht füllt, und dass das Ausstürzen leicht und schnell durch eigenthümliche Einrichtungen bewerkstelligt werden kann, von denen wir später einige kennen lernen werden. Der Schlepper ruht während der Zeit, die zum Füllen angewendet wird, und welche $\frac{1}{5}$ von der ganzen Dauer der Schicht nicht übersteigen darf.

Die Figg. 20 u. 21, Taf. 29, stellen den zu Blanzy angewendeten Förderwagen dar, und die Figg. 17, 18 u. 19 derselben Tafel, nach dem Mineralreichthum des Herrn von Villefosse, den Gestellwagen mit beweglichen Kästen und mit 4 Achsen, der in der Königsgrube in Oberschlesien angewendet wird. Man sieht, dass der zu Blanzy gebräuchliche Förderwagen vorn ausgeleert wird, und dass zu dem Ende die vordere Fläche um horizontale Haspel beweglich ist. Um das Entleeren zu erleichtern, verlängern sich die Langbäume des Gestelles nach Hinten, wie die Griffe eines Laufkarrens. Der Königsgrubner Förderwagen ist ein Gestell, auf welches 3 Kästen von fast cubischer Gestalt gestellt werden.

Nur bei auf dem Streichen getriebenen Strecken kann man den Förderbahnen die zur Förderung günstigste Steigung geben, welche, wie wir schon bemerkt haben, zwischen 5 und 10 Millimeter auf das Meter beträgt, je nach dem Zustande der Reinheit der Bahn und dem Raddurchmesser.

Förderung auf geneigten Strecken. Das über oder unter der Sohle dieser Hauptförderstrecken Gewonnene muss durch stärker geneigte Strecken, schwebende oder fallende, oder durch saigere Schächte dahin geführt werden.

Förderung auf Diagonalen. Wenn das Fallen der Lagerstätte gering ist, und wenn der Abbau in einer höhern Sohle, als die Hauptförderstrecke, stattfindet, so verbindet man diese mit den darüber liegenden Abbauen zuweilen durch Strecken, die schief auf dem Streichen stehen, oder deren Richtung zwischen die einer streichenden und schwebenden Strecke fällt; man nennt sie Diagonalen und treibt sie entweder auf der Lagerstätte oder bildet sie im Bergeversatz, und auf der Sohle richtet man Eisenbahnen vor. Wenn die Steigung dieser Strecken nicht mehr als 5 bis 6 Centimeter auf das Meter beträgt, so kann darauf noch mit kleinen Wagen gefördert werden, von denen man 1 oder 2 Räder bei'm Hinabfahren hemmt. Das zum Hemmen angewendete Mittel hängt von der Construction des Wagens ab und besteht gewöhnlich in einem einfachen eisernen Nagel, den man zwischen die Speichen des Rades in das Gestell des Wagens steckt, so dass das Rad sich nicht herumdrehen kann. Uebrigens wird es unmöglich seyn, auf Bahnen mit solcher Steigung mit Wagen zu fördern, die mit 500 bis 600 Kilogrammen beladen sind, mit denen man auf der Hauptstrecke fördert. Das Hinabfördern würde gefährlich seyn, und der Arbeiter würde Mühe haben, einen etwa 200 Kilogramme wiegenden leeren Wagen aufwärts zu fördern. Man gebraucht daher oft auf diesen Seitenbahnen kleinere Wagen, auf welche man einen Kasten oder eine Tonne stellt, die höchstens 100 bis 150 Kilogramme von dem zu fördernden Materiale enthält. Wenn diese Kästen auf der Hauptstrecke angelangt sind, so werden mehrere derselben auf die dort befindlichen grössern Gestellwagen gesetzt. Es müssen Einrichtungen zur möglichsten Erleichterung der Versetzung der Fördergefässe von einem Wagen auf den andern getroffen werden; die einfachste besteht darin, unter jede Tonne

oder jeden Kasten zwei hölzerne Schlickern zu nageln, die mit einem eisernen Beschlage versehen sind, so dass sie wie Schlitten gleiten können. Da die Gestelle des kleinen und des grossen Wagens in gleicher Höhe liegen und dicht aneinander stehen, so schiebt man das Gefäss von dem kleinen auf den grossen Wagen, wo es durch zwei Ketten oder durch irgend ein anderes Mittel festgehalten wird. Man kann auch desselben Zweckes wegen die Fördergefässe mit Rollen versehen. Endlich bedient man sich in den Steinkohlenbergwerken des nördlichen England's, zur Versetzung der Fördergefässe an den Verzweigungen der Bahnen, häufig kleiner gusseiserner Krahne, die durch einen besondern Arbeiter bedient werden. Wenn die Diagonalen auf der Lagerstätte getrieben sind, so haben sie das Nachtheilige, zu Pfeilern Veranlassung zu geben, deren spitzen Winkeln es im Allgemeinen an Festigkeit fehlt, und welche daher kostbare Ausbaue erfordern. Auch zieht man es im Allgemeinen vor, schwebende oder fallende Strecken nach dem stärksten Fallen der Lagerstätte zu treiben, Bremsschächte oder Bremsberge genannt, und wenn deren Ansteigen 5 bis 6 Centimeter auf das Meter übersteigt, so muss man selbstwirkende geneigte Ebenen auf denselben vorrichten, d. h., auf denen die leeren Wagen durch die abwärtslaufenden gefüllten emporgezogen werden.

Grosse Karren mit zwei Rädern. In den Bergwerken von Blanzy hat man sehr vortheilhaft grosse zweirädrige Karren angewendet, welche, wie die Wagen, 600 Kilogr. Steinkohle aufnehmen können. Die Kästen dieser in Fig. 1, Taf. 31, dargestellten Karren ruhten auf zwei leichten Bäumen, die an dem einen Ende in die Griffe ausliefen und an dem andern an der Achse mit zwei Rädern versehen waren, welche die Spur der Bahn hielten. Zwei am hintern Theile des Kastens unter den Bäumen angebrachte Füsse halten nebst den Rädern den Karren und dienen, wenn er steht, als Bremse, und ruhen auf den Schienen, wenn er auf dem Bremsberge bewegt wird.

Dieser, mit 600 Kilogr. belastete Karren wird von zwei Menschen fortbewegt. Auf söhligen Theilen hält der eine von den Schleppern die Arme im Gleichgewicht und der andere zieht ihn an der vordern Seite vorwärts. Es kann damit auf Strecken von 0,25 bis 0,30 Meter Steigung auf das Meter gefördert werden, indem man ihn in diesem Falle auf den Füssen ruhen lässt, die alsdann auf den Schienen reiben, und die Schlepper vermehren die Reibung dadurch, dass sie mit ihrer ganzen Last auf die Arme drücken. Auf sehr starken Steigungen hemmt man auch die Räder.

Auf kurzen und stark abfallenden Strecken ist der Gebrauch dieser Karren sehr zweckmässig. Auf Rampen oder schwebenden Strecken, mögen sie auch noch so kurz seyn, sind sie durchaus nicht anwendbar. Ausserdem bedarf man zu ihrer Führung geschickter und gewandter Arbeiter, indem dieselben sonst leicht beschädigt werden können. Man hat sie zu Blanzy, sobald die Förderbahnen etwas länger wurden, sehr vortheilhaft durch vierräderige Wagen ersetzt, mit denen man Bremsvorrichtungen in Verbindung brachte.

Bremsberge mit Ketten oder Seilen ohne Ende. Die Bremsberge haben gewöhnlich eine doppelte Bahn; die eine für die beladenen abwärts laufenden Wagen, die andere für die leeren aufwärts steigenden. Hat der Bremsberg eine etwas bedeutende Länge, z. B., von 50 Metern und darüber, so werden die Wagen mit einer Kette ohne Ende verbunden, die oben und unten um eine grosse Scheibe, oder über ein System von zweckmässig angebrachten Rollen geht. Eine am obern Theile der geneig-

ten Ebene angebrachte Bremse dient zur Mässigung der Geschwindigkeit. Die Kette kann unter dem Wagen angebracht seyn; sie ruht alsdann auf Rollen, die auf der Sohle angebracht sind, und deren Durchmesser klein genug ist, um unter den Achsen des Wagens durchgehen zu können; oder auch sie liegt auf dem Wagen und wird von ihm getragen. Diese letztere Einrichtung ist unter Tage im Allgemeinen die bequemere, weil die Wagenräder nur eine geringe Höhe haben, und es Schwierigkeiten haben würde, Gruben zur Aufnahme der grossen Scheiben oder Rollen, über welche die Kette läuft, an den beiden Enden des Bremsberges vorzurichten.

Taf. 32 stellt die Apparate dar, welche am obern und untern Ende der selbstwirkenden geneigten Ebene angebracht sind, die Herr Serveille bei dem Steinbruche zu Meudon vorgerichtet hat, und von der Fig. 5, Taf. 30, das Profil giebt.

Fig. 1 ist ein Grundriss von dem Gerüste und von den Rollen, die am obern Theile der Rampe angebracht sind. Fig. 2 ist ein senkrechter Durchschnitt nach der Linie *X Y* der Fig. 1 und Fig. 3 ein senkrechter Durchschnitt nach *U V* Fig. 1. Figur 4 und 5 sind der Auf- und der Grundriss des Gerüstes am untern Theile der geneigten Ebene. In den Figg. 1—3 läuft die eiserne Kette ohne Ende *C C'* um 4 hölzerne Rollen *R r*, *R' r'*, die sich um senkrechte Achsen bewegen, und auf deren Umfange Kehlen vorhanden sind, wie man in den Figg. 2 und 3 sieht. Diese Rollen sind in Gerüsten angebracht, die aus zwei Balken *Q Q*, *Q' Q'* bestehen, die durch Bänder vereinigt und an 6 Säulen *b*, *b*, *b* ... befestigt sind. Diese Säulen werden von einem Schwellwerke getragen, das aus zwei Längsstücken *s* und 3 Querstücken *a* besteht. Letztere nehmen die Streben *b*, *b*, *b* auf. Zwei doppelte Bremsen *F*, *F'* drehen sich um senkrechte Bolzen zwischen den Rollen *Rr*, *R'r'*; sie drücken zu gleicher Zeit auf die 4 Rollen über und unter den Kehlen, welche die Kette aufnehmen, wenn man die Arme dieser Bremse einander nähert, deren Enden durch ein Seil vereinigt sind, welches ihre Entfernung voneinander beschränkt. *x*, *x*, *x*, *x* sind die Schienen der beiden Gleisen: *k*, *k* ... die Stühlchen, in welche die Schienen eingelassen sind.

Am untern Ende der Rampe geht die Kette ohne Ende zuvörderst über die kleinen horizontalen Rollen *r*, Fig. 5, dann über die Rollen *Z*, *Z*, geht über die Rolle *w* zurück, und von dort über die beiden Rollen *Z'*, *Z'* und endlich über die zweite horizontale Rolle *r*; sie würde gegen die Rollen *s*, *s* treten, wenn sie einwärts von den Rollen *r*, *r* abliefe. Die Rollen *r*, *r* und die Rolle *w* sind in einem und demselben Gerüste angebracht, welches aus zwei horizontalen Balken *Q*, *Q'* besteht, die mit dem übrigen Gerüste fest verbunden sind. Die 4 Rollen *Z Z*, *Z' Z'* sind dagegen in einem Gerüste angebracht, welches aus zwei horizontalen Balken *V*, *V'* besteht, welche durch Bänder miteinander verbunden sind. Dieser Rahmen ist auf den horizontalen Querbalken des ganzen Gerüstes verschiebbar; der Rahmen ist zu dem Ende mit zwei Seilen verbunden, die über die hinten angebrachten Haspel *D*, *D'* gehen. Diese mit Sperrädern und Sperrkegeln versehenen Haspel *D*, *D'* dienen dazu, der Kette ohne Ende eine hinreichende Spannung zu geben, indem sie den beweglichen Rahmen *V V'* von dem festliegenden Gerüste *Q Q'* entfernen.

Auf der Rampe bei Meudon liegt die Kette ohne Ende unter den aufsteigenden und abwärts laufenden Wagen. Diese werden durch das Ende einer mit einem Haken versehenen Kette, welcher in den Figg. 6, 7 und 8, Taf. 32, dargestellt worden ist, mit der Kette ohne Ende verbunden. Die Figg. 7 und 8 stellen jede eine Hälfte dieses Hakens dar, den man nach einer Ebene durchschnitten annimmt, die durch seine

Achse geht, und die parallel der Ebene ist, in denen die beiden Haken nach umgekehrter Richtung gebogen sind. Fig. 6 stellt den ganzen Haken nach einer Ebene dar, die auf der vorhergehenden Durchschnittsebene senkrecht steht. Man sieht, dass der Haken *d* sich an seinem Ende gabelt und in zwei Haken ausläuft, die in parallelen Ebenen gebogen sind, deren Ganzes eine Art von Gabel darbietet, die weit genug seyn muss, um die Kette ohne Ende leicht aufnehmen zu können. Will man nun einen Wagen anhängen, so nimmt man zuvörderst die Kette ohne Ende in diese Gabel auf, lässt alsdann den Apparat ¼ Umdrehung in der zweckmässigen Richtung machen, so dass die Kette in beiden Haken hängt, die über dem einen und unter dem andern durchgeht, so dass der Haken nicht abgleiten kann. Um das Loshaken zu bewerkstelligen, ist es hinreichend, dass man, wenn der Wagen auf einen söhligen Absatz gekommen ist, und wenn das Ende der an dem Wagen hängenden Kette nur eine geringe Spannung hat, den Haken eine Viertelumdrehung in umgekehrter Richtung von der machen lasse, in welcher man ihn zum Anhängen gedreht hat. Die Kette ohne Ende wird auf diese Weise ebenso rasch abgehängt, als sie angehängt wurde. Auf dem einen von den Gleisen gehen mehrere gefüllte und gehörig voneinander entfernte Wagen abwärts, während eine gleiche Anzahl leerer Wagen auf dem andern Gleise aufwärts gehen. Ein einziger Arbeiter handhabt die Bremse ***FF'***, regulirt die Geschwindigkeit während des Betriebes und hält die Bewegung auf, wenn ein gefüllter Wagen am Ende der geneigten Ebene angelangt ist.

Die Taf. 33 stellt einen Bremsberg dar, welcher den Zweck hat, die mit Steinkohlen beladenen Förderwagen in der Crumlyn-Grube, in der Grafschaft Monmouth in Südwales, bis zum Spiegel des Canals von Newport hinabzulassen.

Die beiden Bahnen auf der Rampe ***AB*** verlängern sich auf söhligen Strecken am obern und untern Ende derselben. Die eiserne Kette ohne Ende ruht hier auf gusseisernen Rollen, die an gewissen Puncten zwischen den Schienen angebracht, und die klein genug sind, um unter den Achsen durchgehen zu können. An beiden Enden des Bremsberges läuft die Kette über zwei grosse hölzerne Scheiben, die sich um senkrechte oder etwas geneigte Achsen drehen. Diese Scheiben haben einen gleichen Durchmesser mit der Entfernung der Achsen beider Gleisen; sie sind am Anfang und Ende des Bremsberges in einer ausgemauerten Grube angebracht, über welcher zu beiden Seiten der Scheibenwellen gusseiserne Schienen auf Schwellen liegen; ausserdem sind die Gruben mit Bohlen zugedeckt. Die auf horizontalen Rollen liegende Kette geht unter die Sohle herab, um über die Peripherie der Scheibe zu laufen. Unter der Scheibe ***P*** am Kopfende der Rampe und an derselben Welle ist ein Rad ***R*** angebracht, welches einen noch weit grössern Durchmesser hat, als die Scheibe, und gegen dessen Peripherie die Schuhe *m, m* einer Bremse ***FF'*** treten, die mittelst eines, in einer senkrechten Ebene beweglichen Hebels gehandhabt wird. Die Bremsbäume ***F, F'*** drehen sich um feste Bolzen *b, b'*. Der sehr einfache Mechanismus, der zur Anziehung der Bremse dient, ist nach einem weit grössern Maassstabe in Fig. 3 dargestellt worden. Die Wagen werden mit der Kette ohne Ende durch ein Stück Kette mit einem Haken verbunden, der in ein Glied der erstern eingehängt wird. Wenn nun ein gefüllter Wagen an das Ende der obern söhligen Strecke oder der Bühne anlangt, so hängt man ihn an die Kette ohne Ende; zu gleicher Zeit hängt man unten an der Rampe einen leeren Wagen an den andern Theil der Kette; man stösst den gefüllten Wagen über den Rand der Rampe, und das Gewicht der schon abwärtsgehenden zieht die Kette mit sich, und

man mässigt die Geschwindigkeit durch das Anziehen der Bremse. Ist ein gefüllter Wagen unten und ein leerer oben angelangt, so hält man die Bewegung auf und hängt die Wagen los, um sie durch andere zu ersetzen.

Solch eine Einrichtung mit grossen, fast horizontalen Scheiben, wie bei dem Bremsberge zu Crumlyn, ist in dem Falle zweckmässig, wenn die Wagenräder hoch genug sind, dass man in der Mitte der Bahn Rollen anbringen kann, welche die Kette ohne Ende tragen, welche alsdann unter den Wagen durchgeht. Die Gruben, in denen die Scheiben liegen, müssen übrigens sehr rein erhalten werden können. Bei Bremsbergen unter Tage ist es freilich im Allgemeinen zweckmässiger, die Kette von den Wagen tragen, als sie auf der Sohle schleppen zu lassen. Die Gruben für die Scheiben lassen sich nur schwer anbringen und werden häufig mit Dreck angefüllt, weshalb es zweckmässiger ist, ein System anzuwenden, wie es auf Taf. 32 dargestellt worden ist.

Seigere Schächte und sogenannte trockne Schleusen. Zuweilen werden die mit dem zu fördernden Material beladenen Wagen in seigern Schächten von einer Sohle zur andern gefördert. Die in diesem Falle zu machende Vorrichtung besteht darin, den Schacht in zwei Abtheilungen zu theilen, in deren jeder sich eine bewegliche Schale bewegt, die in den Schächten durch eiserne oder hölzerne Stangen geführt wird, die in Gabeln an den Schalen greifen. Auf jeder Schale sind Schienen angebracht, die mit den Bahnen in der obern und untern Sohle zusammenpassen und sich in denselben verlängern, wenn die Schalen am obern oder untern Puncte des Schachtes befindlich sind. Die Schalen sind mit einer Kette verbunden, welche über eine, in einer senkrechten Ebene über dem Schachte angebrachte Scheibe geht, und deren Durchmesser gleich der Entfernung der Achsen beider Abtheilungen ist. Die Welle der Scheibe ist auch noch mit einer Bremsscheibe versehen, um die Geschwindigkeit mässigen zu können. Da diese Einrichtung ähnlich denen ist, welche hin und wieder zur Schachtförderung angewendet werden, nämlich den sogen. Wasserwagen (*balances d'eau*), oder eigentlich der Schachtförderung mittelst eines Gegengewichts, so halten wir uns dabei nicht auf, sondern verweisen auf das nächste Kapitel, woselbst von diesen Maschinen gehandelt werden wird.

Wir fügen nur noch hinzu, dass es bei Anlage der Fördenbahnen über Tage, bei sehr starken Steigungen an gewissen Puncten, weit minder kostbar seyn würde, die söhligen oder schwach abfallenden Strecken in seigere Schächte zu vereinigen, als lange Rampen anzulegen. Diese trocknen Schleusen (*écluses sèches*) würden wie die Wasserwagen eingerichtet werden müssen. Man würde auf diese Weise den Gebrauch der sehr langen Seile, welche die Rampen erfordern und die durch diese Seile veranlassten starken Reibungen vermeiden können. Die Eisenbahn, welche die Producte der Steinkohlengrube von Decize nach der Ablage am Canale von Nivernais führt, ist nach diesem Principe eingerichtet worden. Der Boden hatte eine ganze Steigung von 57 Meter auf eine söhlige Länge von 1900 Meter von der Grube ab. Diese Steigung ist durch 5 trockne Schleusen ersetzt, die durch fast söhlige Theile voneinander getrennt sind.

Bremsberge von geringer Länge. Gestellwagen. Bei den meisten Bremsbergen von geringer Länge, welche man in den Gruben nach der Linie des stärksten Fallens anbringt, um das in einer höhern Sohle Gewonnene auf die Hauptförderstrecke zu fördern, wendet man keine Seile oder Ketten ohne Ende an. Zwei einfache Seile wickeln sich um einen Haspel, der am obern Ende des Bremsberges ange-

bracht ist, der volle Wagen ist an dem Ende des einen angebracht, der leere an dem Ende des andern. Die Länge der Seile muss eine solche seyn, dass der beladene Wagen am Fusse des Bremsberges anlangt, wenn der leere zu der Sohle emporgestiegen ist, in welcher er gefüllt wird.

In den Steinkohlenbergwerken, wo es von Wichtigkeit ist, Umladungen zu vermeiden, gehen auf den Bremsbergen Gestellwagen, deren Boden horizontal sind, obgleich die Bahn eine Neigung hat, und auf denen zwei Schienenenden angebracht sind, welche eine Verlängerung von denen der Bahn in den söhligen Strecken bilden, so dass man den beladenen oder leeren Wagen nur auf die Platte des Gestellwagens zu stossen braucht.

Die Figg. 2, 3 und 4 der Taf. 31 zeigen eine solche Einrichtung von einem Bremsberge. *AA* ist die Hauptförderstrecke, welche auf der tiefsten Sohle des Grubenfeldes liegt, und auf der eine Eisenbahn vorgerichtet ist. *BB* und *B'B'* sind Mittelstrecken, die der Grundstrecke parallel getrieben worden sind; *SS'* ist die Linie des stärksten Fallens von dem Flötze. Die söhligen Linien *aa*, *a'a'*, *a''a''* bezeichnen in dem Profil, Fig. 2, das Niveau der Streckensohlen *AA*, *BB*, *B'B'*, in welchem die Schienen in diesen Strecken gelegt worden sind. Die Sohle muss mit Hülfe von Bergen gänzlich söhlig gemacht werden, wenn sie bei dem Betriebe der Strecken in der Querrichtung nicht gänzlich söhlig zugehauen worden ist. Auf der Sohle des Bremsberges *II'*, der die Grund- und Mittelstrecken rechtwinklich durchschneidet, und der das Liegende der Lagerstätte selbst zur Sohle hat, ist eine doppelte Eisenbahn vorgerichtet. Es folgt daraus, dass die Schienen des Bremsberges die der streichenden Strecken durchkreuzen. Die Gestellwagen *C*, *C'* bestehen aus einem Boden oder einer Platte, die söhlig auf den beiden Achsen liegt, wenn sich diese in einer parallelen Ebene mit dem Bremsberge befinden, d. h., die Ebene dieser Platte durchschneidet die gemeinschaftliche Ebene der Achsen unter einem Winkel, der gleich dem ist, welchen der Bremsberg mit dem Horizonte macht. Ueber dem Bremsberge und an dem obersten Punkte desselben und über der streichenden Strecke *B'B'* ist ein Haspel *T* mit einer Bremse angebracht. Auf denselben sind nach umgekehrter Richtung zwei Seile aufgewickelt. An dem Ende des einen, welches in den Figg. 2 und 3 gänzlich abgewickelt ist, hängt der Gestellwagen *C*, der sich in dem Augenblicke auf der Strecke *AA* befindet; die Schienen *r*, *r'*, die auf der Platte dieses Wagens befestigt sind, liegen im Niveau der Schienen auf der Sohle der Strecke *A* und füllen die Lücke aus, welche die Durchkreuzung dieser Bahn des Bremsberges in der Bahn der Grundstrecke hinterlässt. Am Ende des andern Seils befindet sich der zweite Gestellwagen, welcher sich in diesem Augenblicke der Eisenbahn gegenüber befindet, die auf der Sohle der obersten Mittelstrecke *B'B'* angebracht worden ist. Diess vorausgesetzt, wird ein leerer Wagen von der Grundstrecke auf den ersten Gestellwagen gestossen, und ein gefüllter Wagen von der Bahn der Mittelstrecke *B'B'* auf den zweiten Gestellwagen; der mit dem Betriebe des Bremsberges beauftragte Arbeiter hebt nun die Bremse an dem Haspel, und das Gewicht des gefüllten abwärtsgehenden Wagens wird den leeren in die Höhe ziehen. Derselbe wird der Eisenbahn von der Strecke *B'B'* gegenüber gelangen, und der andere Wagen zu gleicher Zeit der untern Bahn gegenüber. Wir wollen, z. B., annehmen, dass die gefüllten Wagen auf der Mittelstrecke *B'B'* in der durch den Pfeil *zv* angegebenen Richtung zu dem Bremsberge gelangen, und dass die beladenen Wagen, die am untern Ende des Bremsberges aufgehalten worden sind, auf der Grundstrecke *AA* in der Richtung von *xy* weiter gefördert werden sollen. Neh-

men wir auch noch an, dass der leere Wagen, welcher aufwärts steigen will, die Bahnstrecke nn' durchlaufen habe, während der gefüllte Wagen auf der Bahn mm abwärts gegangen sey. Ein anderer beladener Wagen, der in der Richtung von zv gefördert worden ist, wird ohne Schwierigkeit auf der Platte des obern Gestellwagens Platz finden; um aber den an dem Fusse des Bremsberges angelangten beladenen Wagen weiter zu fördern, müsste man durch zwei bewegliche Schienenstücke die zwischen den Schienen bei u, u', zwischen den beiden Gleisen und der Verlängerung der Bahn, befindliche Lücke ausfüllen, welche Lücke vorher die Platte des Gestellwagens einnahm. Diese beweglichen Schienen würden so lange liegen bleiben, bis ein neuer leerer Wagen auf die Platte des obern Gestellwagens gefördert worden wäre. Darauf würden sie hinweggenommen werden müssen, ehe ein zweiter Wagen auf der Bahn nn' herabgeht. Der leere Wagen würde auf der Bahn mm' aufwärts gehen, und es müssten alsdann zwei bewegliche Schienenstücke über die Bahn nn' in der Sohle von der Bahn der obern Mittelstrecke $B'B'$ gelegt werden, wenn der neu gefüllte Wagen stets in der von dem Pfeile zv angegebenen Richtung herbeigefördert wird. Endlich würde nothwendig eine Lücke in den beiden söhligen Bahnen in dem Raume vorhanden seyn, welcher derjenigen entspricht, die von der der Bahnen des Bremsberges eingenommen wird, auf welcher sich kein Gestellwagen befindet, und diese Lücke müsste mit beweglichen Schienenstücken ausgefüllt werden, die sich leicht hinlegen und wegnehmen lassen. Es können diess, z. B., Stücke von gewöhnlichen Schienen seyn, deren Enden in die leeren Stellen der beiden gusseisernen Stühle gelegt werden, in denen die Enden der festen Schienen der Strecke befestigt sind, jedoch so, dass sie nur die Hälfte der Stühle ausfüllen. Bei dem Betriebe wird der Gestellwagen des beladenen Förderwagens am Fusse des Bremsberges gegen einen Widerstand stossen, der so angebracht ist, dass die Schienen auf der Platte des Gestellwagens in der Verlängerung der festliegenden Schienen sich befinden. Der Gestellwagen des leeren Förderwagens wird sich alsdann genau den Schienen der obern Förderstrecke gegenüber befinden, wenn die Seile die erforderliche Länge haben. Wenn eine geringe Abweichung stattfindet, welche durch die Ausdehnbarkeit des Seiles veranlasst worden ist, so kann man dieselbe dadurch wieder ausgleichen, dass man den Wagen mit den Händen weiter schiebt, oder indem man diess durch den Haspel bewerkstelligt.

Hat man alle Steinkohlen oder Erze durch die obere Strecke $B'B'$ weggefördert, und will man diejenigen abwärts fördern, welche von einer andern Strecke BB herbeigeführt worden sind, so müsste man die Seile so einrichten, dass der eine von den Gestellwagen sich der Strecke BB gegenüber befindet, wenn der andere am Fusse des Bremsberges angelangt seyn wird. Man kann zu dem Ende dem einen Seile eine wieder wegzunehmende Verlängerung geben, die eine gleiche Länge mit der Entfernung der beiden Strecken $B'B'$ und BB hat; oder, was noch besser ist, man muss den ganzen Seilvorrath auf dem Haspel haben, der alsdann eine solche Einrichtung haben muss, dass die eine seiner Hälften auf der Welle leer gehen kann. Im erstern Falle wird, wenn der Gestellwagen des leeren Förderwagens der Strecke BB gegenüber gelangt seyn wird, und der andere Gestellwagen noch nicht am unteren Ende des Bremsberges angekommen ist, die Bremse gelös't, das Seil des ersten Gestellwagens wird abgeschlagen, man lässt ihn in der Stellung, in welcher er sich befindet, macht die Verlängerung an das Seil, lässt den Haspel sich frei umdrehen, uud wenn der beladene Wagen unten an dem Bremsberge angelangt seyn wird, so schlägt man den

leeren Gestellwagen an das Ende der Seilverlängerung, die der Strecke *B B* gegenüber angelangt seyn wird. Wollte man dagegen, nachdem man Kohlen oder Erze von der untern Strecke weggefördert hat, zu der obern Strecke *B′B′* übergehen, so müsste man die Seilverlängerung abnehmen, wenn der Wagen, der an ihr Ende angeschlagen ist, am Fusse des Bremsberges angelangt seyn würde, und den leeren Wagen, welcher der Strecke *BB* gegenüber angelangt ist, mittelst des Haspels bis zur Sohle der Strecke *B′B′* auffördern.

Wenn die eine Hälfte von dem Rundbaume des Haspels auf der Achse beweglich ist, so kann man von der obern Strecke *B′B′* zu einer untern übergehen, indem man das bewegliche Rundbaumstück ausrückt, wenn der Wagen, welcher an das Seil geschlagen ist, das sich auf diesen Rundbaum wickelt, der Strecke *B′B′* gegenüber angelangt seyn wird, diesen Wagen bis zur Strecke *BB* hinabgehen lässt, und alsdann den Rundbaum von Neuem mit dem ganzen Haspel einrückt. Um von einer untern Strecke zu einer obern überzugehen, muss man den beweglichen Theil des Rundbaumes ausrücken, wenn der beladene Wagen, der mit dem um diesen Rundbaum geschlungenen Seile verbunden ist, am Fusse des Bremsberges angelangt seyn wird; man fördert den Gestellwagen des leeren Wagens mittelst der Haspelhörner auf die Sohle der obern Strecke, indem während dieser ganzen Zeit der bewegliche Theil des Haspels ausgerückt bleibt. Ist der Haspel gut eingerichtet, so sind alle diese Bewegungen leicht. Der bewegliche Theil des Rundbaums muss eine besondere kleine Bremse haben, so dass man einerseits die Drehungsgeschwindigkeit mässigen kann, die er durch die Belastung annehmen wird, und der andererseits es verhindern kann, dass er an der drehenden Bewegung der Welle theilnimmt, wenn das Entgegengesetzte stattfindet. Das Einrücken und das Ausrücken des beweglichen Theils von dem Rundbaume kann übrigens durch einen ausserordentlichen einfachen Mechanismus bewirkt werden. Der bewegliche Cylinder wird von einem runden und abgedrehten Theil der Haspelwelle getragen werden; er ist an beiden Enden mit zwei ausgebohrten gusseisernen Ringen versehen, so dass er der Länge nach um einige Centimeter auf der Welle verschiebbar ist. Diese Ringe treten über den Umfang des Rundbaums hervor und bilden Ränder; der eine tritt gegen das Ende des festen Cylinders, welcher in eine Scheibe von Schmiedeeisen endigt, die ebenfalls über den Umfang hervorsteht. In den Rändern des festen und des losen Cylinders sind ziemlich nahe aneinander liegende Löcher angebracht und eiserne Bolzen, die in eins oder in zwei dieser Löcher gesteckt werden, reichen hin, um die beiden Hälften des Rundbaums zu verbinden, wenn der leergehende Theil eingerückt werden soll. Soll ein Ausrücken stattfinden, so nimmt man die Bolzen weg und rückt den beweglichen Theil des Rundbaums etwas von dem festen ab, welches mittelst eines Hebels geschieht, der zu gleicher Zeit als Bremse für den beweglichen Theil des Rundbaumes dienen kann. Ein so eingerichteter Haspel ist für die Bremsberge weit zweckmässiger, als Verlängerungen des Seiles; sie giebt ein leichtes Mittel, nach Erfordern die Seile oder Ketten zu verlängern oder zu verkürzen, und folglich die Wirkungen der Seilausdehnungen zu verbessern. Eine solche Einrichtung wird auch in den Fällen sehr zweckmässig seyn, in welchen der Bremsberg nur eine einzige Strecke bedienen soll, welche höher liegt, als die Hauptförderstrecke.

Die Gestellwagen mit Schienen müssen im Allgemeinen auf solchen Bremsbergen angewendet werden, die auf stark fallenden Flötzen getrieben worden sind. Bei dem Abbaue schwach fallender Flötze könnte es bequemer seyn, Gestellwagen mit ein-

fachen Platten anzuwenden, welche zur Aufnahme der Fördergefässe dienen, die auch auf den Gestellwagen stehen, mit denen die Förderung auf den söhligen Förderbahnen bewirkt wird. Die Figg. 5 und 6, Taf. 31, stellen die Einrichtungen in solchen Fällen dar. Die Höhe der Platte des Gestellwagens, der auf dem Bremsberge geht, ist so regulirt, dass sie in gleicher Höhe mit der Platte der Gestellwagen liegt, mit denen auf den söhligen Strecken gefördert wird, sobald beide Gestellwagen aneinander stehen. Sobald dies der Fall ist, wie Fig. 6 es zeigt, so zieht man die gefüllten Fördergefässe, welche zu dem Ende mit Schlickern versehen sind, von dem einen Wagen auf den andern. Das übrige Verfahren ist dasselbe, wie das vorhin beschriebene.

Bei einer sehr lebhaften Förderung ist ein Arbeiter fortwährend an der Bremse des Bremsberges angestellt. Die Förderleute bleiben die einen auf der obern Strecke, die andern auf der Hauptförderstrecke, und versetzen die Fördergefässe von dem einen Wagen auf den andern.

Bei einer minder lebhaften Förderung können die Förderleute den Dienst sowohl auf der Hauptförderstrecke, als auch auf dem Bremsberge und auf den obern Förderstrecken versehen; wenn sie demnach einen leeren Wagen bis zum Fusse des Bremsberges gefördert und die Umladung der Fördergefässe von dem einen Gestellwagen auf den andern bewirkt haben, so fahren sie den Bremsberg aufwärts, stellen sich an den Haspel, lassen den Wagen mit den gefüllten Gefässen abwärts und den mit den leeren aufwärts gehen. Die beladenen Wagen sind von den Förderleuten begleitet, welche sie aus den Abbauen herbeigefördert haben, und welche die Wagen auch bis zu dem Ende der untern Strecke fördern. Bei einem solchem Betriebe geht im Allgemeinen Zeit verloren, weil die Förderleute nicht gleichzeitig durch die obern und untern Strecken zu dem Bremsberge gelangen. Es war auf diese Weise die Förderung in der Steinkohlengrube Lucie, Nr. 3 (Concession von Blanzy), eingerichtet. Nach Herrn Harmet, hat dieses sehr regelmässige Flötz ein Fallen von 0,25 Meter auf das Meter. Das Grubenfeld ist in Sohlen getheilt, von denen jede 12 bis 15 Meter seigere Pfeilerhöhe hat, und die durch söhlige Strecken getheilt sind, welche 10 Meter donlägig oder nach dem Fallen des Flötzes voneinander getheilt sind. Alle Steinkohlen von einer Sohle werden durch Bremsberge zur Hauptförderstrecke gefördert, welche am tiefsten Puncte des Feldes getrieben worden ist und zu dem Förderschachte führt. Die Bremsberge sind im Liegenden des Flötzes getrieben und sind wenigstens 3 Met. breit und $2\frac{1}{4}$ Met. hoch. Man bedient sich der Gestellwagen, deren Platten mit Schienen versehen sind. Jeder Wagen ist mit 600 Kilogramm Steinkohlen beladen und wird durch zwei Förderleute bewegt, welche das Einfüllen von dem Abbaue selbst besorgen. Zwölf Förderleute machen jeder 25 Touren auf eine mittlere Förderlänge von 200 Meter, mit Einschluss des Bremsberges. Zwei Mann fördern auf diese Weise $25 \times 600 = 15000$ Kil. auf 200 Meter. Der Nutzeffect eines jeden Mannes besteht demnach in der Förderung von 7500 Kilogr. auf eine Förderlänge von 200 Meter und in dem Einfüllen derselben Masse in die Wagen. Es wird diese Arbeit mit 2 Franken bezahlt, welches 0,0267 Franken auf 100 Kil. Steinkohlen macht, welche eingefüllt und 200 Meter weit gefördert werden.

Wenn der Bremsberg an dem einen Ende von der Hauptförderstrecke der Grube angebracht worden ist, so wird die Förderung gewöhnlich durch besondere Förderleute bewirkt, welche auch das Füllen an den Abbauen besorgen. Die Förderung in den obern kurzen Strecken und die Bremsbergsförderung bis zur Hauptförderstrecke werden

im Verhältniss von 10 Centimen auf den Wagen bezahlt, der 600 Kil. geladen hat, d. h., 0,0167 Fr. für 100 Kil.

In einer Grube mit Bremsbergen kann man nie zwei derselben, die auf eine und dieselbe allgemeine Strecke, oder einen Theil derselben auslaufen, in Betrieb setzen. Man wird einsehen, dass die von dem entfernten Bremsberge herkommenden Wagen sehr häufig durch die Unterbrechung der Bahn am Fusse des andern Bremsberges aufgehalten werden würden, wenigstens, wenn man nicht, was jedoch möglich ist, ein zweites Gleis in der Nähe des Punctes anbringt, auf welchem der letztere Bremsberg ausläuft. Dieses zweite Gleis würde nie unterbrochen werden, und würde sich in einiger Entfernung vor und hinter dem Kreuzpunct mit der Hauptbahn verbinden. Man muss auch alle Kohlen von einer Sohle auf einmal wegfördern, ehe man zu denen einer andern Sohle übergeht, welche durch denselben Bremsberg bedient wird, wozu es jedoch erforderlich ist, dass die Bergleute das Gewonnene hinter sich regelmässig während einer Schicht, oder wenigstens während einer halben, aufstürzen.

Rollschächte oder Rolllöcher. Bei dem Abbau sehr stark fallender Lagerstätten, und hauptsächlich bei Erzlagerstätten, werden die Steinkohlen oder Erze aus den oberen Sohlen ganz einfach durch Rolllöcher von rechteckigem Durchschnitt, welche mit Bohlen ausgesetzt sind, auf die Hauptförderbahn gestürzt. Diese mit Bohlen verthonten Rolllöcher sind zuweilen unten mit einer Klappe versehen, welche man öffnet, um das hinabgestürzte Fördermaterial in die darunterstehenden Fördergefässe fallen zu lassen. Die Klappe ist um Häspen beweglich, die an dem einen von den Rändern der Verthonung des Rollloches befestigt sind. Die Verthonung ist schief abgeschnitten und die Bewegung der Klappe kann demnach mittelst eines doppelten Getriebes mit Kurbel, dessen Axe in der Verthonung angebracht worden ist, und durch zwei mit der Klappe verbundene Kreissectoren, deren Mittelpuncte in der Axe der Klappenhäspen liegen, bewirkt werden. Die Figg. 7 u. 8, Taf. 31, stellen diese Einrichtung dar.

Aufförderung von Kohlen und Erzen auf Rampen. Das zu fördernde Material muss zuweilen auf stark ansteigende Rampen emporgehoben werden; es ist diess jedesmal dann der Fall, wenn der Abbau unter der Sohle der Grundstrecke geführt wird, und man ist dazu gezwungen, wenn die Lagerstätten unter den Spiegel des Meeres, von Flüssen, oder unter einem hangenden Gebirge einfallen, durch welche das Schachtabteufen mit besondern Schwierigkeiten verbunden seyn würde.

Die Aufförderung auf Rampen kann nur dann durch Menschen oder Pferde haushälterisch bewirkt werden, welche denselben Weg, wie die Wagen, durchlaufen, wenn die Steigungen mässig sind und 5 bis 6 Centimeter auf das Meter nicht übersteigen. Man muss soviel, als möglich, das Gewicht des leer niedergehenden Wagens benutzen, um das Gewicht des beladenen aufwärtsgehenden auszugleichen, damit man nur das Gewicht des zu fördernden Materials zu erheben hat, und man muss auch eine solche Einrichtung treffen, um das Gewicht der belebten Triebkraft zur Verstärkung des Zuges zu benutzen. Man gelangt zu diesem Resultat, indem man auf der geneigten Strecke zwei parallele Bahnen vorrichtet, auf deren einer der aufwärtsgehende beladene, und auf deren anderer der leere abwärtsgehende Wagen sich bewegt. Beide Wagen sind durch eine Kette oder ein Seil miteinander verbunden, welches an dem oberen Theil der Rampe über eine Scheibe oder über Rollen mit senkrechter Axe geht. Die Triebkraft, der Mensch oder das Pferd, ziehen den leeren Wagen, indem sie die Rampe abwärts gehen, und das Seil zieht den beladenen Wagen auf der parallelen Bahn auf-

wärts. Die Triebkraft steigt leer aufwärts, um sich vor einen andern leeren Wagen zu spannen und einen andern beladenen aufzuziehen. Diese Einrichtung hat sehr gute Resultate in den Steinkohlengruben von Rive de Gier gegeben; ein Pferd fördert auf diese Weise nacheinander 90 Gefässe aufwärts, von denen ein jedes mit 200 Kilogrammen belastet ist, und zwar eine 50 Meter lange und 40 Grad geneigte Rampe aufwärts. Das Pferd legt in seiner Schicht 900 Meter, zur Hälfte abwärts, zur Hälfte aufwärts, zurück. Es fördert 900,000 Kilogr. in 1 Meter söhliger Entfernung und erhebt 577,000 Kilogr. auf 1 Meter senkrechte Höhe. Der Nutzeffect würde weit beträchtlicher seyn, wenn die Förderung auf eisernen Schienen stattgefunden hätte. Wir dürfen annehmen, dass sie zu dem mit Schlepptrögen beobachteten, sich wie 4 oder 5 zu 1 verhalten würde. Auch sind Steigungen von 40 Grad bedeutender, als solche, welche belebte Thierkräfte mit Vortheil zurücklegen können, und wir rathen im Allgemeinen zu der vorhergehenden Methode nicht, wenn die Steigung 20 Centimeter auf das laufende Meter, d. h., 11 — 12 Grad übersteigt. Die Einrichtungen der Scheibe oder der Rollen am obern Theil der Rampe sind dieselben, wie bei den Bremsbergen. Man könnte selbst bei den Rampen Ketten ohne Ende anwenden, deren beide Theile sich gegenseitig das Gleichgewicht halten würden. Es scheint aber, dass eine solche Einrichtung mehr Nachtheile, als Vortheile, haben würde, da man eine zweite Scheibe am untern Theile der Rampe anbringen müsste, und besonders weil die Kette ohne Ende den Bewegungen der Menschen oder Pferde sehr hinderlich seyn würde.

Auf sehr stark steigenden Rampen werden die Wagen gewöhnlich mittelst innerer Pferdegöpel oder mittelst Dampfmaschinen aufgefördert, welche letztere zuweilen auch unter Tage, am obern Ende der Rampe, zuweilen aber auch über Tage angebracht worden sind. In diesem letztern Falle laufen die Seile, welche die Wagen auf der Rampe auffördern, in besonderen Abtheilungen, welche von dem Förderschacht getrennt sind.

Pferdegöpel unter Tage haben das Nachtheilige, weite und hohe Räume zu erfordern, welche im festen Gestein sehr kostbar sind, und in mildem oder mässig hartem Gestein eine sowohl in der Anlage, als Unterhaltung, kostbare Mauerung oder Zimmerung erfordern. Muss man solche Anlagen machen, so muss man dahin sehen, ihnen die möglichst geringsten Dimensionen zu geben. Wendet man einen Göpel mit senkrechter Welle an, so wird der erforderliche Raum um Vieles vermindert, wenn man die Maschine so einrichtet, dass sich das Pferd nicht abwechselnd in beiden Richtungen zu bewegen braucht; denn das Pferd muss alsdann, um umzukehren, unter dem Schwengelarm durchgehen, wodurch derselbe viel höher angebracht werden muss, oder man muss ihn stark nach Auswärts drehen, welches einen bei weitem grössern Durchmesser des Göpels erfordert. Um die Umkehr des Pferdes zu vermeiden, kann man eine ähnliche Einrichtung anwenden, wie die der Bremsberge mit Kette ohne Ende. Letztere würde alsdann über eine Scheibe laufen, die an der senkrechten Welle des Göpels befestigt ist, und damit sie in der Kehle der Scheibe nicht gleitete, könnte man auf dem Grunde derselben eiserne Nägel mit pyramidalen Köpfen anbringen, über welche die Kettenglieder greifen könnten. Uebrigens könnte man diese Scheibe entweder über den Armen des Göpels, oder unter dessen Sohle, in einer kreisförmigen Vertiefung anbringen, die man mit Bohlen zudeckte. Beide Kettenenden würden ebenfalls unter Bohlen durchgehen, über welche das Pferd hinweggehen könnte.

Wenn die abfallende Strecke oder Rampe zu eng ist, um zwei parallele Förderbahnen zu enthalten, so muss man die beladenen Wagen aufwärts fördern und die leeren dann abwärts gehen lassen. Die Figg. 9 u. 10, Taf. 31, stellen einen Pferdegöpel dar, welcher in der Steinkohlengrube Ricamarie, in der Nachbarschaft von St. Etienne, für einen ähnlichen Fall eingerichtet worden, indem der Arm an einem Halse befestigt ist, welcher sich um die senkrechte Welle bewegen kann; der Göpel bewegt sich mit dem Arm (Zug-, Kreuz- oder Schwenkbaum), wenn man denselben mittelst einer kleinen Kette *C* mit der Scheibe *D* befestigt, welche mit der Welle (Spindel- oder Ständerbaum) verbunden ist. Der Göpel kann sich dagegen unabhängig von dem Zugbaume drehen, wenn die Kette *C* losgehängt ist. Dies Abhängen des Zugbaums geschieht dann, wenn man die leeren Wagen abwärts gehen lassen will, und man mässigt die Geschwindigkeit, indem man auf das Ende des Zugbaums *B* drückt. Der Klotz *T*, der an diesem Arme befestigt ist, drückt auf die Scheibe *D* und verzögert auf diese Weise die Bewegung. Durch diese Einrichtung vermeidet man die Umdrehung des Pferdes.

Noch weit unbequemer ist die Anlage der Dampfmaschinen unter Tage, da man einen Raum für den Kessel haben und den Rauch fortschaffen muss, wesshalb in der unmittelbaren Nähe der Maschine eine Tageöffnung vorhanden seyn muss. Die Maschinen mit horizontalem Cylinder, die einer Welle, auf welche sich die Seile wickeln, unmittelbar eine drehende Bewegung ertheilen, indem diese Welle sowohl die Seiltrommel, als auch ein Schwungrad enthält, scheinen die zweckmässigsten zu seyn, da sie sehr wenig Platz einnehmen, und da die Mittheilung der Bewegung zu dem vorliegenden Zwecke sehr einfach ist. Die Welle würde ebensoviel Umgänge machen, als das Maschinenschwungrad, d. h., 30 bis 40 in der Minute. Giebt man der Trommel einen Durchmesser von 0,50 bis 0,60 Meter, so würde die Geschwindigkeit der aufwärts geförderten Wagen 0,75 bis 0,90 Meter in der Secunde betragen, welches sehr zweckmässig seyn würde. Es ist kaum nöthig, hinzuzufügan, dass Zimmerung und andere brennbare Materialien von den Räumen, welche den Kessel und seine anliegenden Theile enthalten, gänzlich entfernt werden müssten, und dass besonders die Kesselkammer mit einer vollständigen Mauerung versehen werden müsste. Es könnten besonders in Steinkohlengruben sehr grosse Nachtheile die Folge von Vernachlässigungen dieser Vorsichtsmassregeln seyn. So entstand in einer der Gruben des Reviers von Rive de Gier durch den Herd einer Maschine unter Tage ein Grubenbrand, wodurch mehrere Arbeiter erstickt wurden.

Pferdegöpel oder Dampfmaschinen über Tage werden weit häufiger, als die inneren Maschinen, zum Betrieb der Förderung auf Rampen angewendet, welche bis zum Tiefsten der saigern oder donlägigen Förderschächte reichen. Man kann zwei Maschinen haben, von denen die eine zur Schachtförderung und die andere zur Förderung bis zu der Bühne im Schachttiefsten dient. Diese Bühne muss eine hinlängliche söhlige Länge haben, um die von Tage herabkommenden leeren, sowie die aus der tiefsten Sohle der Grube herbeigeförderten beladenen Wagen aufzunehmen und eine leichte Bewegung derselben zu gestatten. Die Ketten oder Seile, welche durch die Maschine bewegt werden, die die Wagen auf der geneigten Ebene emporzieht, laufen über Rollen und bewegen sich in einer besondern, mit Bretern verthonten Abtheilung auf einer der Seiten des Schachtes. Im Schachttiefsten gehen sie um andere Rollen die fallende Strecke herab. Wenn die Lagerstätte regelmässig ist und zu gleicher Zeit in ver-

schiedenen Sohlen abgebaut ist, so sind mit dieser abfallenden Strecke mehrere streichende söhlige durchschlägig und fördern ihr das Material von einer jeden dieser Sohlen zu. Zur Vermeidung der Umladungen und der Unbequemlichkeiten, die Wagen von den söhligen Strecken auf die abfallende überzuführen, wendet man Gestellwagen mit Platten an, auf welche man die aus den Abbauen herbeigeführten Wagen entweder selbst stösst, oder die Fördergefässe darauf setzt.

Ohnerachtet des Abhanges der abfallenden Strecke ist die Platte der Wagen doch horizontal, wie bei den weiter oben beschriebenen Bremsbergen. Die Arbeit des Beladens der Gestellwagen mit den Förderwagen oder Tonnen, ist übrigens dieselbe, wie bei den Bremsbergen. Auf den streichenden Strecken muss hier die Bahn in einer geringen Entfernung von ihrem Zusammentreffen mit der abfallenden Strecke doppelt seyn, damit sich die vom Schacht kommenden leeren und die von den Abbauen kommenden beladenen Wagen ausweichen können. In der Nähe des Schachtes kann man die söhlige Strecke über der Rampe so einrichten, dass, wenn der Gestellwagen oben anlangt, seine Platte in der Verlängerung der Ebene des söhligen Anschlageortes liegt; man braucht alsdann nur die Fördergefässe an das Seil der Fördermaschine anzuschlagen. Man könnte selbst diese Arbeit vermeiden, indem man das Anschlagort kurz macht und ihm eine hinreichende Höhe bei seiner Verbindung mit der abfallenden Strecke giebt. Diese Vorrichtungen sind so einfach, dass ihre Andeutung genügt, und man sieht, dass man durch leicht auszuführende Arbeiten das Fördermaterial aus den Abbauen bis zu Tage bringen kann, ohne dass eine Umladung erforderlich ist.

Das Auffördern auf der abfallenden Strecke und die Schachtförderung bis zu Tage, erfolgen nach und nach von der Sohle der verschiedenen streichenden Strecken, d. h., man fördert alles während der Tagesschicht Gewonnene, welches auf einer und derselben streichenden Strecke zu der Rampe gebracht werden kann, auf einmal, ehe man die Förderung auf einer andern streichenden Strecke beginnt. Die gewonnenen Kohlen oder Erze werden während der ganzen Schicht vor den Abbauen selbst aufgestürzt. Es ist nothwendig auf diese Weise zu verfahren, um Förderketten zu haben, deren Länge der Tiefe der abfallenden Strecke bis zu der Sohle, aus welcher gefördert wird, entspricht, und um nicht alle Augenblicke die Ketten oder Seile umzuspannen, d. h., sie zu verlängern, oder zu verkürzen. Um diese letztere Arbeit jedoch ohne Schwierigkeit vornehmen zu können, muss derjenige Theil der Ketten oder Seile, die sich auf der Sohle der Rampe entwickeln, oder wenigstens von dem einen der Seile oder der Ketten, aus Theilen bestehen, die sich leicht voneinander ablösen oder miteinander vereinigen lassen, und deren Längen gleich den Entfernungen der verschiedenen streichenden Strecken oder Sohlen voneinander sind. Wenn die Ketten ihre ganze Länge haben, so ist das Ende der einen am tiefsten Puncte der abfallenden Strecke, wenn das andere Ende am obersten Theile im Schachttiefsten sich befindet. Das Auffördern erfolgt alsdann aus der tiefsten Sohle. Ist die Förderung von diesem Puncte ab vollendet, und will man sie von der Sohle der unmittelbar höhern streichenden Strecke beginnen, so hält man den leeren Wagen am obersten Puncte der Rampe auf, während der letztere Theil des Seiles in dem Schachte aufwärts geht. Man lös't diesen letztern Theil ab, dessen Länge gleich der Entfernung der beiden Strecken ist, schlägt an dem Ende des auf diese Weise verkürzten Seiles den leeren Wagen an, welcher zur Sohle der vorletzten streichenden Strecke gelangt, wenn der aus dem Tiefsten kommende gefüllte Wagen zum obern Ende der geneigten Ebene gelangt ist.

Dreht sich die Maschine in umgedrehter Richtung, so gelangt der vom Tage herkommende leere Wagen zu der Sohle der vorletzten Strecke, wenn der gefüllte Wagen bis unter den Schacht aufgefördert worden ist, ohne dass es erforderlich ist, das zweite Seil zu verkürzen, indem der entsprechende Theil desselben um die Trommel aufgewickelt bleibt. Diese Arbeit des Umspannens ist dieselbe, als die, welche wir bei den Bremsbergen kennen gelernt haben.

Wenn die streichenden Strecken zu beiden Seiten der abfallenden getrieben worden sind, welche letztere alsdann das Abbaufeld in zwei ziemlich gleiche Theile theilt, so bedient eine jede von den Bahnen auf der Rampe eine Seite der Grube, und es ist nicht erforderlich, die Fördergefässe, welche auf die Gestellwagen gesetzt werden, über eine von den Bahnen hinwegzuschaffen, damit sie von der Rampe in die streichende Strecke gelangen, oder umgekehrt. Wenn sich aber die streichenden Strekken nicht zu beiden Seiten der abfallenden ausdehnen, oder wenn nur die Abbaue auf der einen Seite im Betriebe sind, oder endlich, wenn die zu beiden Seiten liegenden Abbaue nicht gleiche Fördermengen liefern, so müssen die Fördergefässe über eine von den Bahnen der abfallenden Strecke geschafft werden, um von dem einen Wagen zu dem andern zu gelangen. Wenn die Steigung der Rampe gering ist, so hat diese Durchkreuzung keine Schwierigkeiten; die Schienen der streichenden Strecke können sich über den Schienen der Rampe verlängern. Es ist hinreichend, dass die untere Schiene der streichenden Strecke so unterbrochen sey, um die ganzen Räder des Gestellwagens auf der Rampe hindurchgehen zu lassen, und dass die Achsen von den letzteren höher seyen, als die Erhöhung, zu welcher die Verlängerung der Ebene der söhligen Bahn auf die ganze Breite derselben die abfallende ist.

Wäre die Steigung der Rampe zu bedeutend, als dass die Achsen der auf derselben umgehenden Wagen über den erwähnten Vorsprung weggehen könnten, so müsste man bewegliche Schienenenden haben, welche man an ihren Platz legen müsste, wenn der von den Abbauen kommende Wagen über eine von den Bahnen der Rampe hinweggehen müsste.

Das Ausstürzen der Wagen. Die Förderwagen mit Kasten, welche nicht bis zu Tage ausgefördert werden, sondern deren Inhalt auf dem Füllorte des Schachtes ausgestürzt werden muss, müssen so eingerichtet seyn, dass diese Arbeit mit Schnelligkeit und Leichtigkeit bewerkstelligt werden kann. Um dieser Bedingung zu genügen, ist es hinreichend, dem Kasten eine zweckmässige Gestalt zu geben und den Wagen so einzurichten, dass sein Schwerpunct etwas hinter der Vorderachse liegt. Wenn das Gefäss, in welches der Inhalt des Wagens ausgeleert werden soll, unter der Sohle der Bahn liegt, so führt man den Wagen bis zu dessen Rande, wo die Vorderräder aufgehalten werden, und man hebt ihn von hinten, welches nur eine mässige Anstrengung erfordert, so dass er sich um die Vorderräder dreht. Wenn der Wagenkasten oben weiter und flach ist, so bedarf man keiner besondern Vorrichtung. Ist er aber tief, so macht man die Vorderwand beweglich, welche sich um Häspen dreht, die an dem obern Rande des Wagens angebracht sind, wie die Figg. 20 u. 21, Taf. 29, zeigen. Die bewegliche Wand wird durch das Gewicht des Fördermaterials zurückgestossen und dreht sich um die Häspen, an denen sie hängt. Wird nun der Wagen, nachdem er ausgestürzt worden ist, in die Höhe gehoben, so schliesst sich die Thür von selbst, und man verschliesst sie durch einen Riegel oder durch eine einfache Klinke mit Federn. Das Füllort im Tiefsten oder an irgend einem andern Puncte des Schach-

tes, auf welchen die Streckenförderungsgefässe ausgestürzt werden, liegt ebenfalls tiefer, als die Förderstrecken, und am häufigsten entleert man die Förderwagen unmittelbar in die Schachtförderungstonnen, siehe übrigens die Figg. 7 u. 8, Taf. 18.

Um das Ausstürzen der Wagen zu erleichtern, versieht man sie häufig mit zwei Armen, welche der Arbeiter ergreift, um das Kippen hervorzubringen. Uebrigens ist es eine ganz unnütze Bemerkung, dass diese Arme nicht an dem Wagengestelle, sondern an den Kästen befestigt werden, wenn diese beweglich sind.

Das Ausstürzen der Wagen oder Tonnen über Tage ist nach den örtlichen Umständen sehr verschieden. Wir werden mehrere Beispiele davon in dem nächsten Capitel kennen lernen.

Navigationsförderung oder Förderung mittelst Kähnen auf schiffbaren Stollen oder Strecken. Die Hauptstollen der Gruben sind zuweilen in schiffbare Canäle verwandelt, auf denen die Strecken- und zuweilen auch noch die Tageförderung bewirkt wird. Es gehören dahin beispielsweise die Fuchsgrube bei Waldenburg in Niederschlesien, die Königin Louisengrube zu Zabrze in Oberschlesien, die Grube Walkden-Moor in England. Aber auch als blosse Streckenförderung, um die Erze zum Schacht zu führen, dient diese ganz eigenthümliche Förderungsmethode, wovon uns die tiefe Wasserstrecke zu Clausthal am Oberharz ein treffliches Beispiel giebt.

Der schiffbare Stollen der Fuchsgrube ist $1\frac{1}{4}$ Lachter hoch und $\frac{3}{4}$ Lachter breit (2,63 auf 1,57 Meter). Die auf diesem Stollen abfliessenden Grubenwasser werden durch einen Damm zurückgehalten, wodurch vor dem Mundloche ein Becken mit 40 bis 42 Zoll Wasserstand gebildet wird. Der schiffbare Stollen ist $666\frac{1}{4}$ Lachter lang; er hat mehrere Flügelörter, welche ebenfalls schiffbar sind.

Die Kähne, auf denen die Förderung bewirkt wird, nehmen 10 Kästen mit Steinkohlen auf, von denen 8 vier doppelte Scheffel enthalten, wovon jeder etwa 180 Kilogramme wiegt, und die beiden anderen Gefässe, welche an den Enden des Kahns stehen, enthalten drei Doppelscheffel. Demnach ist ein jeder Kahn mit 6840 Kilogr. Steinkohlen beladen.

Die Fördergefässe werden in den Abbauen gefüllt und mittelst kleiner Krahne auf die Kähne gesetzt, um auf diese Weise den Wechsel der Fördergefässe und das Zerbröckeln der Steinkohlen zu vermeiden. Es sind stets zwei Kähne mit Ketten durcheinander verbunden, und diese werden durch einen Mann vorgefördert, der an hölzerne Griffe fasst, die an den Stössen des Stollens angebracht worden sind. In einer zwölfstündigen Schicht muss zweimal vorgefördert werden.

Der schiffbare Stollen der Königin Louisengrube in Oberschlesien steht mit dem Klodnitz-Canal in Verbindung, welcher bei Kosel in die Oder geht. Es sind 1040 Lachter von diesem Stollen schiffbar.

Die tiefe Wasserstrecke zu Clausthal erstreckt sich von der Grube Carolina auf dem östlichen Flügel des Burgstädter Zuges bis zur äussersten westlichen Grube auf dem Rosenhöfer Zuge, dem neuen Silbersegen; sie hat 2339 Lachter an eigentlicher Ortslänge, 193 Lachter an Querschlägen von den einzelnen Schächten bis zur Hauptstrecke, und 140 Lachter langen Flügel nach dem Zellerfelder Hauptzuge, so dass ihre Gesammtlänge über $\frac{3}{4}$ geographische Meilen beträgt. Sie ist durchgängig söhlig, $1\frac{1}{2}$ Lachter hoch und 1 Lachter weit getrieben, und liegt in dem Silbersegener Richtschachte $173\frac{1}{2}$ Lachter unter Tage und $53\frac{1}{2}$ Lachter unter dem tiefen Georgsstollen. Auf diesem Grundwassercanale werden die meisten Erze des Burgstädter Zuges nach zwei

Schächten, dem alten Segener und Silbersegener Schachte, auf flachen Fahrzeugen geführt, dort mittelst Wassergöpeln zu Tage ausgefördert und über Tage auf Eisenbahnen zu den benachbarten Pochwerken transportirt.

In der Grube Walkden-Moor in der englischen Provinz Lancashire hat der schiffbare Stollen mit Einschluss seiner Flügel eine ganze Länge von 24 englischen Meilen (5 deutsche Meilen oder $38\frac{1}{2}$ Kilometer). Er besteht aus zwei Sohlen, welche durch eine 454 Fuss lange geneigte Ebene von 20 Grad Fall verbunden sind. Man fördert die Kähne aus einer Sohle auf die andere, indem man sie auf den Boden von Schleusen an den Enden der geneigten Ebene auf Wagen setzt, welche auf den Eisenbahnen der Rampe hinabgelassen werden.

Jeder Kahn wiegt leer 4000 Kilogramm, ist mit 12,000 Kilogr. Steinkohlen beladen und die Wagen wiegen 5000 Kilogr. Das ganze Gewicht, welches auf der Rampe herabgelassen wird, beträgt demnach 21 Tonnen.

Am obern Ende der Rampe befinden sich zwei Schleusen nebeneinander, welche durch eine drei Fuss starke Mauer voneinander getrennt sind; ihre Sohle ist die Verlängerung der Eisenbahn. Eine jede derselben ist 54 Fuss lang und ist mit folgenden Einrichtungen versehen: 1) Mit einer senkrechten und wie ein Schütz beweglichen Thür, welche der geneigten Bahn entspricht, von der die Schleuse an ihrem obern Theil einen leeren Kahn aufnehmen kann, wenn diese Thür gehoben ist. 2) Aus einem sich drehenden Schleusenthor mit Schütz, welche dem Oberwasser entspricht, von welchem die Schleuse, wenn es erforderlich ist, gefüllt werden kann. 3) Aus Schützen, durch welche man das in der Schleuse enthaltene Wasser ablassen kann, wenn diess erforderlich ist; dieses Wasser fliesst durch einen Schacht ab, welcher mit dem Unterwasser in Verbindung steht.

Ueber den beiden Schleusen und folglich an dem obern Theil der Rampe ist ein grosser Haspel angebracht, der mit einer Bremse versehen ist. Auf der horizontalen Trommel dieses Haspels sind, wie bei den Göpeln, zwei Seile in umgekehrter Richtung aufgewickelt. Mittelst eines grossen Zahnrades, eines Getriebes und zweier Kurbeln wird diese Maschine von Menschen in Bewegung gesetzt. An ihre Seile werden die Kähne gehängt, welche die Rampe auf- und abwärts gehen sollen. Diese Rampe ist, nach dem grössten Theil ihrer Länge, durch eine Ziegelsteinmauer mit einigen Oeffnungen, in welche man sich im Fall der Noth zurückziehen kann, in zwei Abtheilungen getheilt. Eine jede von den beiden Abtheilungen der Rampe ist mit einer Eisenbahn versehen, die sich am untern Theil derselben zu einer einzigen vereinigen. Auf diesen Bahnen bewegen sich die Kähne, zu welchem Ende jeder Kahn auf einem Wagen befestigt ist, der 30 Fuss Länge und 7 Fuss 4 Zoll Breite hat, und unten mit 4 gusseisernen Rollen versehen ist.

Wenn ein mit Kohlen beladener Kahn, indem er von dem obern Theil des schiffbaren Stollens kommt, die Rampe abwärts gehen soll, so lässt man ihn zuvörderst in eine von den beiden Schleusen gehen, welche zu dem Ende mit Wasser angefüllt ist. Darauf schliesst man das Schleusenthor, lässt das Wasser aus der Schleuse ablaufen, befestigt den mit dem Wasser gesunkenen Kahn auf dem Wagen, welcher sich auf dem Boden der Schleuse befindet, und hebt die vordere Thür derselben. Nachdem alsdann mit einer Glocke das Zeichen gegeben, dass in dem Unterwasser ebenfalls ein Kahn, und zwar ein leerer, auf einem andern Wagen befestigt ist, setzt man den Haspel in Betrieb. Der beladene Kahn geht alsdann in der einen Abtheilung abwärts,

während der leere in der andern Abtheilung der Rampe nach der andern Schleuse emporsteigt. Diese Schleuse ist trocken; man trennt den Kahn von dem Wagen, lässt Wasser in die Schleuse ein, und nachdem sie damit gefüllt und der Kahn mit dem Wasser gestiegen ist, wird er, nachdem das Schleusenthor geöffnet worden ist, in das Oberwasser zurückgeführt und dort von Neuem beladen. Die Herabförderung des beladenen, und die Aufförderung des leeren Kahns, beginnt alsdann auf dieselbe Weise wieder von vorn. Auf diese Weise wird das abwechselnde Spiel beider Schleusen fortgesetzt; das Wasser erhält der obere Theil des schiffbaren Stollens aus der Grube und aus drei Behältern, wenn dis Grundwasser unzugänglich sind. Man fördert auf diese Weise in einer achtstündigen Schicht 30 beladene Kähne aufwärts.

Für die beiden Schleusen unter Tage ist der Raum 54 Fuss lang und $20\frac{1}{2}$ Fuss breit; sie liegen $4\frac{1}{2}$ Fuss unter dem Spiegel des Oberwassers, in dem an demselben anliegenden Theil und 8 Fuss an dem entgegengesetzten Ende. Ueber dem obern Ende der Schleuson ist ein 21 Fuss hoher Raum angebracht, in welchem die oben angegebene Maschine aufgestellt ist.

Der obere und der untere schiffbare Stollen sind 10 Fuss 4 Zoll breit und 8 Fuss 6 Zoll hoch; der Wasserstand beträgt 3 Fuss 7 Zoll über der Sohle.

Die Breite der Eisenbahn beträgt 19 Fuss an demjenigen Theil, wo sie doppelt ist, d. h., von den Schleusen bis auf 282 Fuss abwärts; allein auf den darauf folgenden 172 Fuss unter jenem Theile vereinigen sich die beiden Bahnen zu einer einzigen, welche nur 10 Fuss breit ist. Die Höhe dieser fallenden Strecke beträgt 8 Fuss.

Am Ende der Rampe werden die beladenen Kähne von den Wagen los und auf dem untern Theil des schiffbaren Stollens flott gemacht, der sich noch 3 englische Meilen weit bis zu seinem Mundloche erstreckt, wo die Tageförderung auf einem offenen Canal beginnt.

Nachtheile der Navigationsförderung gegen die Förderung auf Eisenbahnen. Die Förderung mit Menschen auf navigabeln Stollen und Strecken verursacht wenigstens dieselben Kosten, als die Förderung auf gut eingerichteten Eisenbahnen, auf Wagen, die 1000 bis 1200 Kilogramm enthalten und durch Pferde gezogen werden. Die Einrichtung einer Eisenbahn ist minder kostbar, als die eines schiffbaren Canals, welcher Kähne von grossen Dimensionen tragen kann. Ausserdem können die Canäle Veranlassung zu bedeutenden Nachtheilen geben, wenn die Lagerstätte unter ihrer Sohle im Abbau steht, indem Wasserdurchbrüche veranlasst werden könnten. Endlich können navigable Strecken nicht bis zu den Abbauen fortgesetzt werden und können sich auch nicht nach allen Theilen der Grube erstrecken. Die navigabeln Stollen der Fuchsgrube und der Grube Walkden-Moor sind aber Ausnahmen, die man nicht nachahmen kann, wenigstens, wenn man nicht durch ein Zusammentreffen localer Umstände veranlasst wird, die aber doch nur zu den Seltenheiten gehören können.

Zehntes Kapitel.

Von der Schachtförderung.

Haspelförderung. Um das Gewonnene aus saigern Schächten von geringer Tiefe auszufördern, bedient man sich eines einfachen Haspels *T* mit zwei Kurbeln oder Haspelhörnern *M, M'*, der gerade über dem Schacht angebracht ist, wie Figg. 1 u. 2, Taf. 34, zeigen. Der Rundbaum *T* des Haspels ruht mit seinen Zapfen auf einem Gerüste. Dasselbe besteht aus zwei senkrechten Haspelstützen *P*, die auf den Schwellen oder Grundsohlen *S S* liegen und mit Hülfsstreben oder Spreitzen *b, b'* versehen sind. Die Zapfen liegen bei *a, a'* in ihren Zapfenlagern. Um den Rundbaum ist ein Seil geschlagen, welches etwas länger, als der Schacht tief ist, und an dessen Enden zwei Kübel angebracht worden sind, von denen der eine abwärts geht, während der andere emporsteigt. Der Halbmesser der Haspelhörner beträgt 0,35 bis 0,40 Meter (14 bis 16 Zoll).

Der Haspel muss in der Nähe von dem einen Rande des Schachtes angebracht werden, dessen Oeffnung so eingerichtet ist, dass die gefüllten Kübel leicht über die Hängebank gezogen werden können. Wenn demnach der Schacht kreisrund ist, so bringt man an der einen Seite ein Stück Holz *b*, parallel mit der Raspelachse an, welches ein Kreissegment von der Oeffnung abschneidet. Auf dieses Stück Holz und auf eines oder mehrere parallele Stücken, die weiter abwärts angebracht werden, nagelt man Pfosten oder Platten *q*, so dass der obere Theil des Schachtes eine nach dem Innern zu geneigte Ebene darbietet. Das Segment, welches durch das Querholz von dem Schacht abgeschnitten worden, wird übrigens mit Bohlen zugedeckt. Da der Rundbaum fast senkrecht über dem Stücke *b* liegt, so stossen die aufgehenden Kübel, mögen sie nun von der einen oder der andern Seite kommen, gegen die geneigte Ebene *q, q'*, und befinden sich schon zum Theil über der Hängebank *q*, wenn sie aus der Schachtöffnung hervorgekommen sind. Ist ein gefüllter Kübel über Tage angelangt, so verlässt einer von den Haspelziehern sein Horn und zieht sie mit der Hand auf die Ebene vor dem Schacht; der andere Arbeiter hält die Tonne zuerst in der Schwebe und dreht alsdann das Horn in umgekehrter Richtung, um das Seil nachzulassen, in dem Maasse, als der andere Arbeiter den gefüllten Kübel vorwärts zieht. Der Rundbaum muss in zweckmässiger Höhe über der Schachtöffnung liegen, so dass die ganze Arbeit nur eine geringe Anstrengung kostet. Die Höhe des Rundbaums über der

Schachtöffnung, hängt von der Höhe der Kübel ab. Ist es erforderlich, so werden die Haspelzieher auf ein Gerüst gestellt, welches in gehöriger Höhe über der Sohle angebracht worden ist.

Man stellt zuweilen 4 Mann an den Haspel, 2 an jedes Horn, und beladet alsdann die Kübel mit einem Gewicht von 100 Kilogramm. Wenn der Haspel mehr als zweimännisch ist, so bringt man zuweilen an seinem Rundbaume ein Schwungrad an, oder auch 3 oder 4 Massen von gleichem Gewicht, die an dem Ende von ebensoviel Radien von gleicher Länge befestigt sind, die auch unter sich gleiche Winkel bilden.

Leistung und Nutzeffect der Haspelzieher. Coulomb folgert aus einigen Beobachtungen, die er gesammelt hat, dass die Leistung eines Menschen am Haspelhorn im Durchschnitt 7 Kilogramm betrage, und diese Leistung wird tangentiell auf die durch den Griff des Horns beschriebene Peripherie gemessen. Herr Navier nimmt an, dass diese mittlere Leistung sich auf 8 Kilogramm erhebe, und dass dabei die Kurbelgeschwindigkeit 0,75 Meter in der Secunde betrage. Er bestimmt den Nutzeffect eines Haspelziehers auf 172,800 Kilogr., 1 Meter hoch gehoben.

Da bei der Haspelförderung die Kraftäusserung der Arbeiter durch Zwischenräume der Ruhe unterbrochen wird, so ist die mittlere Leistung, welche während des wirklichen Haspelziehens ausgeübt wird, im Allgemeinen höher, als die Bestimmung von Coulomb und Navier, und kann auf etwa 12 Kilogr. bestimmt werden. Indem man von dieser Regel ausgeht, berechnet man das Verhältniss zwischen den Halbmessern des Rundbaumes und der Hörner nach dem Gewicht der gefüllten Kübel und der Anzahl der Haspelzieher. Z. B., für einen viermännischen Haspel und bei mit 100 Kilogr. gefüllten Kübeln, müsste dieses Verhältniss gleich $\frac{48}{100}$ seyn. Beträgt der Halbmesser der Haspelhörner 40 Centimeter, so muss der des Rundbaumes 19 Centimeter betragen, den man in der Praxis auf 17 oder 18 Centimeter vermindert, um die Stärke des Seiles zu berücksichtigen. Was nun den täglichen Nutzeffect der Haspelzieher betrifft, so beträgt er nach den zahlreichen Beobachtungen, die Herr Böbert in verschiedenen Bergwerken angestellt und im 8. Bande der neuen Reihe von Karsten's Archiv mitgetheilt hat, 90,000 bis 180,000 Kilogr. auf 1 Meter gehoben. Das erstere Resultat muss als ein ausnahmsweises betrachtet werden, denn mit einem gut eingerichteten Haspel muss man von jedem Arbeiter einen Nutzeffect von 150,000 Kilogr., auf 1 Meter erhoben, verlangen können, und diess ist das mittlere Resultat der Boebert'schen Beobachtung.

Erdwinde. Wenn die emporzufördernden Massen sehr beträchtlich sind und nicht getheilt werden dürfen, wie in den Brüchen von Bausteinen, so wendet man, statt des Haspels mit Hörnern, ein grosses Rad an, dessen Peripherie mit hölzernen Stäben versehen ist. Die Figg. 3 und 4, Taf. 34, stellen eine Erdwinde dar, wie sie in den zahlreichen Steinbrüchen, südlich von Paris, in den Ebenen von Montrouge und Beaugirard, angewendet werden. Die Linien *A A* stellen den Durchschnitt der Schachtstösse dar, welcher kreisrund ist.

Die beiden senkrechten hölzernen Haspelstützen, in denen die Welle ruht, werden eine jede durch drei Stützen gehalten. Die eine derselben ist mit hölzernen Stäben versehen, auf denen ein Arbeiter zur Untersuchung der Zapfenlager in die Höhe steigen kann.

E ist eine senkrechte Leiter oder Fahrt, bestehend aus einer einfachen hölzernen Stange, durch welche eiserne Nägel gehen, und welche mittelst einer Kette an einer der Stützen aufgehängt ist.

d, d, Fig. 3, ist ein kleines bewegliches Breterdach, welches auf besonderen Säulen *s s* ruht; es dient zum Schutze des Seiles während der schlechten Jahreszeit und im Allgemeinen, wenn der Betrieb des Steinbruchs ruht.

Das Rad ist auf einem Gerüst angebracht, welches hoch genug über der Sohle liegt, um das Aufladen der ausgeförderten Steine auf Karren zu erleichtern, die sich an einem Puncte seines Umfanges anlegen.

Ein einziges Seil ist um den Rundbaum gewunden.

Man fördert mit dieser Winde Steine aus Schächten von 10 bis 30 Meter Teufe aus, die bis 3000 Kilogr. wiegen. Wenn die Steine ausgefördert werden sollen, so verlassen die Arbeiter den Steinbruch und begeben sich an die Stäbe des Rades, und zwar in hinlänglicher Anzahl, um die Last in Bewegung zu setzen. Die einen wirken auf den unteren Theil des Rades, während andere bis zur Höhe des Rundbaumes und selbst noch höher emporgestiegen sind. Im Allgemeinen sind diese Räder mit keiner Bremse versehen, und es entstehen daher häufig bedeutende Unglücksfälle, entweder in Folge eines Seilbruchs, oder weil, wenn einige von den Arbeitern das Rad zur unrechten Zeit verlassen, das Gewicht der übrigen nicht hinreichend ist, um eine sehr beschleunigte rückgängige Bewegung der Maschine zu verhindern. In dem einen, wie in dem andern Falle können die Arbeiter in die Bewegung des Rades hineingerissen und alsdann sehr schwer verwundet werden.

Bremsen der Erdwinden. Um die erwähnten Unglücksfälle zu vermeiden, würde es zweckmässig seyn, eine Bremse an dem Rade anzubringen, welche entweder durch einen Menschen, oder durch einen Mechanismus angezogen wird, welcher in dem Augenblicke der rückgängigen Bewegung des Rades wirkt. In den Figg. 3 u. 4, Taf. 34, ist ein Mechanismus dargestellt, der diesen Zweck zu erfüllen scheint.

Ein kreisförmiger Kranz von etwa 2 Meter Durchmesser wird an der äussern Fläche des Rades angebracht und an den Armen desselben befestigt. Um diesen Kranz liegt eine Bremse, bestehend aus einem kreisrund gebogenen eisernen Reife, der im Innern mit zerschnittenen Stücken von Holz versehen, wie diess bei den gewöhnlichen Haspeln der Fall ist. Das eine Ende dieses Reifes ist durch einen eisernen Bolzen mit der senkrechten Stütze des Rundbaumes verbunden, das andere aber mit einem eisernen Hebel, der sich um denselben Bolzen dreht. Dieser Hebel ist bis zu der Haspelstütze zurückgebogen, und an dieser ist ein eisernes Kreisstück befestigt, welches mit Löchern versehen ist, in welche ein Nagel gesteckt wird, der die Bremse angezogen oder gelös't erhalten kann. Will man nun den Hebel durch einen Arbeiter handhaben lassen, so sind diese Vorrichtungen hinreichend.

Soll aber die Bremse durch einen Mechanismus, bei einem Seilbruch oder bei einer rückgängigen Bewegung des Rades, angezogen werden, so muss die folgende Vorrichtung angewendet werden: *L* ist das Ende des Hebels von der Bremse; *t* ein Seil, welches bei *x* mit dem Hebel *L* verbunden ist, und welches sich um einen Haspel *T* windet, der mit einem Gewichte *q* von 80 bis 100 Kilogr. belastet ist. An dem Haspel ist ein Sperrrad *r* befestigt, in welches der Sperrkegel *C*, welcher sich um den Bolzen *a* dreht, eingreifen kann. Drückt man nun auf den Griff *N* des Sperrkegels, so wird der Haspel *T* frei, er wird durch das Gewicht *q* gezogen, dessen Wir-

kung durch das Seil *t* auf die Bremse drückt. Es ist demnach hinreichend, dass durch einen Seilbruch, oder durch die rückgängige Bewegung des Rades, ein Druck auf *N* ausgeübt werde. Um das Auslösen des Sperrkegels durch die rückgängige Bewegung des Rades zu erlangen, ist es hinreichend, *N* durch einen zurückgebogenen Theil *d* zu verlängern, der bei *b* so beweglich ist, dass der Winkel *y* kleiner, aber nicht grösser gemacht werden könne, und den Theil *d* so zu verlängern, dass er zwischen die Stäbe des Rades tritt, welche in der Richtung von *z v* dagegen stossen müssen, wenn das Rad eine directe Bewegung macht, und in entgegengesetzter Richtung, wenn das Rad eine rückgängige Bewegung macht. Offenbar wird im zweiten Falle der Sperrkegel gehoben werden und die Auslösung stattfinden. Soll diese Auslösung durch einen Seilbruch bewerkstelligt werden, so ist es hinreichend, dass ebenfalls *N* gestossen oder gezogen wird, um den Sperrkegel zu heben. Jedoch gehören Seilbrüche zu den selteneren Unglücksfällen, wenigstens im Verhältnisse zu der rückgängigen Bewegung des Rades.

Sobald die aufgeförderten Steine über der Schachtförderung angelangt sind, so bedeckt man dieselbe mit starken eichenen oder fichtenen Bohlen, auf welche man Rollen legt und den Stein darauf niedergehen lässt, den man alsdann auf das umgebende Gerüst schiebt.

Erdwinden dieser Art sind bei dem Betriebe von Steinbrüchen mit Schächten sehr zweckmässig, besonders wenn häufig sehr grosse und schwere Steine gewonnen und ausgefördert werden müssen. Die Ausförderung wird sodann durch die Steinbruchsarbeiter sehr rasch besorgt, und offenbar sind die Winden unter ähnlichen Umständen vortheilhafter, als es eine Dampfmaschine oder Pferde seyn würden. Man gebraucht solche Winden aber auch häufig bei'm Ein- und Aushängen von Pumpen in Kunstschächten, sowie bei den Bohrbrunnen von Salinen etc.

Da die Maschinen dieser Art nur eine augenblickliche Anwendung bei dem Betriebe der Bergwerke und Steinbrüche finden, so haben wir auch keine hinreichenden Beobachtungen über den Nutzeffect derselben.

Förderung mittelst Göpel. Wenn die Mengen des zu fördernden Materials bedeutend sind, so erfolgt die Förderung mittelst Maschinen, welche Göpel oder Gaipel genannt, und welche durch Pferde, Wasser oder Dampfkraft in Bewegung gesetzt werden.

Pferdegöpel. Der Pferdegöpel besteht stets aus einer senkrechten Welle, die mit einer Trommel von bedeutendem Durchmesser versehen ist. Um dieselbe sind zwei Seile in umgekehrter Richtung aufgewickelt, und gehen über grosse Scheiben, die in einem Gerüst über dem Schacht aufgehängt sind, in denen sich die an dem Ende der Seile befestigten Kübel bewegen; der eine von diesen Kübeln oder Tonnen geht aufwärts und sein Seil wickelt sich um die Trommel auf, während die andere niederwärts geht und ihr Seil sich abwickelt.

Die Taf. 35 stellt einen Pferdegöpel dar, sowie sie gewöhnlich bei den Steinkohlengruben des Loiredepartements angewendet werden. Fig. 1 ist ein senkrechter Durchschnitt der Maschine und des Gerüstes.

Fig. 2 ist eine Projection nach einer horizontalen Ebene, welche durch das Seilscheibengerüst geht und die Hängebank des Schachtes zeigt, von welcher herab die Tonnen geleert werden. Fig. 3 ist ein senkrechter Durchschnitt durch die Welle (Spindel- oder Ständebaum), und durch den breternen Schuppen, welcher die ganze Maschine umgiebt; es steht dieser Durchschnitt auf dem von Fig. 1 senkrecht. Fig. 4

ist ein Grundriss der Trommel oder des Seilkorbes, welcher aus einem Gerüst und aus Latten besteht. Die Figg. 5, 6 u. 7 zeigen den Stein, auf welchem der untere Wellzapfen oder die Spindel in einer Pfanne läuft.

Man wird auf diesen Figuren das Folgende wahrnehmen: *M M* kreisrunde Schachtmauerung, welche sich 2 oder 3 Meter über die natürliche Sohle erhebt, die bei *L* ist. *A A* kreisrunder Theil des Gemäuers, welcher mit den geraden Schwellmauern *m m'* zusammenhängt. Zwischen der mit dem Schachte concentrischen Mauer *A A* und der Schachtmauerung *M M* ist der Raum bis zur Sohle des Göpelschuppens mit Bergen verstürzt.

p p geneigte Ebene, längs welcher die Tonnen laufen, wenn sie sich der Schachtöffnung nähern.

B B Boden, welcher sich von der Hängebank bis zu dem halbrunden Mauerwerk *A A* erstreckt und ein Segment des Schachtes bedeckt. Die Tonnen werden auf diesen Boden gezogen, um über das halbrunde Mauerwerk und auf den Haufen von Staubkohlen gestürzt zu werden, von welchem es bald umgeben ist.

S, S', Sohlhölzer, auf welchen mittelst Zapfen und Zapfenlöchern die 4 senkrechten Säulen des Seilscheibengerüstes stehen. Diese 4 Säulen sind durch Bänder verbunden, die durch Schraubenbolzen an jenen befestigt sind.

E, E' Rahmen, auf denen die Seilscheiben k, k' ruhen. Sie liegen in verschiedenen Höhen und auf horizontalen Querbalken *T, T'*, welche mit den Säulen verbunden und durch Streben *j, j* unterstützt sind.

Die Seilscheiben bestehen gewöhnlich aus Gusseisen. Sie hängen in senkrechten Ebenen, welche den Seilkorb tangiren; die senkrechten Tangenten dieser Scheiben liegen in der senkrechten Ebene, welche durch die Achse des Schachtes geht und senkrecht auf der Achse der halbkreisförmigen Mauerung *A A* steht. Die oberen horizontalen Tangenten liegen in verschiedenen Höhen und müssen nach der Mitte der Höhe der unteren und der oberen Theile der Trommel ausgehen. Die Trommel besteht aus Dauben oder Bretern von ohngefähr 0,12 Meter Breite, die auf den Umfang der 3 hölzernen Kränze festgenagelt sind. Diese Kränze sind in Fig. 4 im Grundrisse dargestellt, der zu gleicher Zeit zeigt, wie ein jeder von diesen Kränzen von der Welle getragen und mit derselben verbunden ist. Die Arme des untern und des mittlern Kranzes sind über die Peripherie der Trommel hinaus verlängert, und man kann auf diese Verlängerungen kreisförmig ausgeschnittene Bretkränze nageln, um einen Rand zu bilden, welcher das Herabfallen der Seile verhindert.

U U ist ein langer Balken, dessen eines Ende auf dem Seilscheibengerüst, und das andere auf einer senkrechten Säule am Ende des Schuppens, die durch Streben gestützt ist, ruht.

V, V' sind die Hebel oder Arme, Zug-, Kreuz- oder Schwengbäume genannt, an deren Enden die Pferde ziehen. Dieselben sind am Schwengel *R, R'* gespannt, und diese sind an krummgewachsene Bäume *Q, Q* gehängt, die ihrerseits mit den Zugbäumen verbunden sind. Diese letzteren sind hoch genug über der Sohle angebracht, dass die Pferde darunter hindurch gehen können. Die Schwengel *R, R'* sind an die Bäume *Q* und *Q'* durch Bolzen verbunden, um welche sie sich frei bewegen können.

x, x' sind Stützen, die gewöhnlich emporgehoben sind, und die man fallen lässt, wenn die an einem der Seile angehängte Tonne in einer gewissen Teufe des Schach-

tes angehalten werden soll. Die eisernen Schuhe dieser Stütze greifen in den Boden und halten den Göpel auf.

Die senkrechte Welle ruht unten mittelst des untern Wellzapfens oder der Spindel in einer Pfanne. Oben wird sie durch einen Zapfen gehalten, der sich in einem cylindrischen Pfannenlager dreht. Dasselbe besteht aus zwei Theilen, die untereinander und mit dem Balken *U U* durch Schraubenbolzen verbunden sind.

Die gusseiserne Pfanne ruht gewöhnlich in einem behauenen Quadersteine. Die Figg. 5, 6 u. 7 zeigen die Details dieses Steins, der Pfanne und der Spindel. Man bemerkt, dass die Spindel in einen prismatischen Theil mit quadratischer Basis ausläuft, der in ein Loch von gleicher Form in einem Stücke Schmiede- oder Gusseisen tritt, welches mit der Welle verbunden ist. Fig. 7 stellt einen Durchschnitt dieses Stücks durch eine horizontale Ebene dar; die Welle ist zur Aufnahme des Stücks nach einer diametralen Ebene zugerichtet. Das Stück wird in den Einschnitt gebracht und in demselben mittelst hölzernen Keilen befestigt, die man eintreibt, nachdem vorher um das Ende der Welle starke schmiedeeiserne Bänder gelegt worden sind. Die obere Fläche des Steins ist ausgehauen, und zwar enthält sie einen kleinen rechteckigen Canal, auf dessen Boden man ein Stück Holz *Z* legt, und diese auf die gusseiserne Pfanne *w*.

Wenn die Spindel oder die Pfanne abgenutzt sind, und man will sie auswechseln, so ist es hinreichend, die Welle auf dem Steine mittelst hölzerner Keile festzustellen, alsdann den hölzernen Klotz *z* mittelst einer eisernen Brechstange, die man durch die Oeffnung *y* eintreibt, herauszuschlagen; die Pfanne fällt alsdann in dem Loche zu Boden, und die Spindel fällt entweder von selbst aus der Welle, oder wird mit der Hand leicht aus derselben losgemacht. Man kann darauf dieselbe, sowie auch die Pfanne, in kurzer Zeit und ohne Schwierigkeit auswechseln.

Der kleine, länglich-viereckige Canal, welcher die Pfanne enthält, kann theilweise durch ein kleines Bret *L L* verschlossen werden, indem dessen Ränder in Einschnitte treten, die in den Seiten des Canals angebracht worden sind. Die Vertiefung hinter diesem Bret, in welcher die Pfanne liegt, wird mit Wasser oder einem fetten Körper angefüllt erhalten, um eine zu grosse Erhitzung der Spindel zu verhindern, oder um ihn zu schmieren. In den Gruben der Umgebung von St. Etienne begnügt man sich gewöhnlich damit, um die Pfanne und die Spindel Wasser zu erhalten, ohne Fett anzuwenden.

F, *F'* sind zwei Stücken Holz, die, wenn es erforderlich ist, als Bremse dienen können. Sie umfassen einen hölzernen Kranz, der unter der Trommel befestigt ist, und welche auf den Umfang drücken, wenn man sie einander nähert, indem man an einer senkrechten Zange zieht, die längs dem Seilgerüst hinabgeht. Die Einrichtung dieser Bremse, die man übrigens bei Pferdegöpeln nicht hat, mit denen aber alle Wasser- oder Dampfgöpel versehen seyn müssen, wird man leicht begreifen, wenn man einen Blick auf die Figg. 1 u. 2, Taf. 35, wirft. Sie besteht aus einer kleinen Welle *E*, die auf zwei Zapfen ruht, und durch welche ein Stück Eisen geht, an dessen Enden durch Gelenke die Stangen *V*, *V'* angebracht sind, welche von den Enden der Stücke *F*, *F'* ausgehen. Es ist hinreichend diese Welle nur etwas links oder rechts zu drehen, die Bremsdocken oder Bremsschuhe *F*, *F'* voneinander zu entfernen, oder sie zu nähern. Die Drehung bewirkt man nun mit Hülfe der senkrechten Stange *S*, welche mit ihrem obern Ende an einem zweiten eisernen Arme hängt, der mit der Welle *E* verbunden ist.

Der Schuppen über dem Göpel ist mit Bretern bedeckt und beschlagen, wie diess auf den Figuren angedeutet worden ist. Das Seilgerüst ist gewöhnlich offen gelassen,

damit mehr Licht zur Schachtöffnung gelange; vor dem Schacht ist ein einfaches Breterdach angebracht, um die Stürzer gegen den Regen etc. zu schützen.

Gewöhnlich sind die Fördertonnen mit Schlickern versehen, um sie leicht über die Hängebank und über den Breterboden vor derselben nach dem Kohlenhaufen ziehen zu können, wo man sie aufstürzt.

Zuweilen werden sie auf der Hängebank selbst ausgestürzt, und der Inhalt wird in Laufkarren geladen, um weiterhin transportirt zu werden. In diesem Falle hebt man die gefüllte Tonne über die horizontalen Hölzer *B*, Fig. 1, Taf. 35, empor; man stösst darauf unter diese Tonne einen Balken, der auf den Hölzern *B* verschiebbar ist, und auf welchen man die Tonne zurückgehen lässt, so dass sie sich von selbst nach Vorn zu umstürzt. Man giebt ihr die Richtung durch eine zweite Stange, die auf den Querhölzern *C*, etwas über den Hölzern *B*, liegt.

Die Construction des Schuppens und des Seilscheibengerüstes kann auf sehr verschiedenartige Weise verändert werden; die hier beschriebene ist zweckmässig, fest und wohlfeil. Die Bremse ist, wie schon bemerkt, gewöhnlich weggelassen, und wenn die Förderung aus einem Schachte nur eine kurze Zeit dauert, so nimmt man sich nicht einmal die Mühe, den Göpel zu bedecken.

Taf. 36 stellt das Ganze und die einzelnen Theile eines Pferdegöpels dar, sowie man sie bei'm Abteufen der Schächte im nördlichen Frankreich anwendet. Die Figg. 1, 4 u. 5 zeigen, dass das Seilscheibengerüst nur aus zwei senkrechten Seilen besteht, welche in Sohlhölzer eingezapft, nach dem Seilkorbe zu mit Streben gestützt und oben mit einer Kappe, sowie mit einem horizontalen Riegel, verbunden sind. Jede Seilscheibe ist zwischen zwei senkrechtstehende Stücke Holz gehängt, die in den Riegel und in die Kappe eingelassen worden sind.

Der obere Wellzapfen liegt an einem horizontalen Balken, der an dem Sparrwerke des Schuppens mit Schraubenbolzen befestigt ist. Dieser Querbalken ist auch mit dem Seilscheibengerüste durch einen Balken verbunden, der auf der Kappe desselben liegt. Die Tonne wird auf der Seite des Seilkorbes umgestürzt. Nachdem sie einige Decimeter über die Schachtöffnung emporgezogen worden ist, lässt man sie auf die Hängebank S, Fig. 5, zurückgehen. Der Inhalt wird auf eine Bühne von Bretern ausgestürzt, und wenn man zu gleicher Zeit Wasser und Berge ausfördert, so fällt das erstere durch einen Rost in einen Canal unter der Bühne. Man muss der Tonne mittelst einer hölzernen Stange die Richtung geben, damit sie nach Aussen und nicht nach der Seite des Schachtes zu ausstürzt.

Die Fig. 3 stellt eine Vorrichtung dar, welche den Zweck hat, die beiden Seile in dem Zwischenraume, welcher den Seilkorb von den Seilscheiben trennt, zu leiten. Diese Seiltrifft genannte Vorrichtung besteht für jedes Seil in einer Rolle r oder r', die sich um eine Achse dreht, welche sich an einem hölzernen Rahmen, der an dem Sparrwerke des Göpelgebäudes hängt, frei auf- und niederbewegen kann. Die Rollen r und r' werden durch Gegengewichte p und p', von denen jedes durch ein kleines Seil, welches über Rollen geht, mit dem Rahmen verbunden ist, gehoben. Diese Einrichtung hat den Zweck, das Herabfallen des Seiles zu vermeiden, und dass sich die aufeinander folgenden Windungen des Seiles auf dem Korbe nicht bedecken. Bei tiefen Schächten werden die Rollen r und r', statt von einem Gegengewichte gehalten zu werden, an kleine Seile aufgehängt, welche über Rollen gehen und sich alsdann um einen Cylinder von geringem Durchmesser wickeln, welcher von der Korbwelle, mit-

telst eines Getriebes oder eines Laufseils, eine solche drehende Bewegung erlangt, dass eine von den Rollen sich hebt und die andere sich senkt, und zwar bei jeder Umdrehung des Korbes um eine Höhe, welche dem Durchmesser des Seiles gleich ist. Diese Vorrichtungen sind jedoch nur da erforderlich, wo der Göpel von dem Schacht bedeutend entfernt ist.

Einrichtung der Pferdegöpel auf flachen Schächten. Wenn die Förderung aus einem donlägigen oder flachen Schachte durch einen Pferdegöpel bewirkt wird, so erleidet die Einrichtung des Göpels selbst, oder des Seilgerüstes, keine Veränderung; allein es ist zweckmässig, die Förderungstonnen durch viereckige Kästen, die mit Rädern versehen sind, zu ersetzen. Die Räder können auf Rinnen oder Kantenschienen laufen, welche auf dem Liegenden des Schachtes angebracht sind; sie können sich aber auch auf sogenannten Kehr- oder Donungslatten bewegen. Die bedeutende Steigung dieser geneigten Ebene macht es jedoch erforderlich, die Kästen der gewöhnlichen Förderungswagen durch prismatische, oben offene Kästen zu ersetzen, welche daher über Tage auf fast horizontalen Schienenwegen nicht benutzt werden können. Es ist demnach erforderlich, sie an der Schachtöffnung auszustürzen, welches jedoch mit vieler Leichtigkeit bewirkt werden kann. Es ist hinreichend, die geneigte Ebene oder die Gestänge, auf welchen die Räder laufen, bis über die Schachtöffnung zu verlängern, indem man die Sohlhölzer, welche das Gestänge tragen, an dem Seilscheibengerüste befestigt, welches in diesem Falle zur Seite des Schachtes und in einer geringen Entfernung von dem Liegenden angebracht ist. Wenn der mit Rollen versehene Kasten über der Schachtöffnung angelangt ist, so lässt man ihn etwas zurückgehen. Die Hinterräder werden von einem Aufhalter getragen, der sie weiter niederzugehen hindert, und der Kasten wird unter der geneigten Ebene ausgestürzt, welche so eingerichtet seyn muss, dass sie ihn mit den Vorderrädern durchlässt. Die Figg. 1, 2, 3 u. 4, Taf. 37, die von dem Freiberger Bergwerke entlehnt worden sind, geben einen Begriff von den in ähnlichen Fällen anzuwendenden Einrichtungen, welche jedoch sehr verschiedenartig seyn können.

Hier sind die Förderkästen oder Hunde mit Rollen an der Seite versehen, welche zwischen hölzernen Gestängen laufen. In einer geringen Entfernung über der Schachtöffnung ist ein Eisen *a, a,* Figg. 3 und 4, welches mit einer Feder *b* in Verbindung steht, auf solche Weise angebracht, dass es sich entfernt und die Rollen der aufgeförderten Hunde hindurchgehen lässt, und alsdann zurückgeht, um die Rollen des abwärtsgehenden Hundes aufzuhalten. Wenn die letzten Rollen des Hundes über dieses Stück hinausgegangen sind, so lässt man ihn zurückgehen, indem man die Bewegungsrichtung des Korbes verändert. Die hinteren Rollen treten auf die beiden Stücke *a,* und die Tonne kippt um, wie Fig. 1 zeigt, indem die Gestänge so ausgeschnitten sind, dass sie die vorderen Rollen zwischen sich hindurchlassen, sowie diess in *x*, Figg. 1, 3 u. 4, angedeutet ist. Ist der Hund entleert, so zieht man ihn in die Höhe und lässt ihn abwärts gehen, nachdem man vorher den Haken *a* mittelst des Seils *c* zurückgezogen hat.

Man kann sich leicht denken, wie diese Einrichtungen verändert werden müssten, wenn die Rollen einen grössern Durchmesser hätten, welches jedoch nur in dem Falle von Nutzen seyn könnte, wenn das Fallen des Schachtes sehr gering wäre. Man kann auf diese Weise den Inhalt des Hundes oder der Tonne unmittelbar in Laufkarren oder Wagen ausleeren, die auf einer Bahn über Tage aufgestellt sind.

Sehr häufig wird aber auch in flachen Schächten mit gewöhnlichen Kübeln oder Tonnen gefördert. Die Donlager oder das Liegende des Schachtes wird bei runden und parallelepipedischen Gefässen mit Donungslatten versehen, und bei segmentförmigen Gefässen mit Donungsbretern oder einem sogenannten Tonnenfach. Die Tonnen sind gewöhnlich mit Kuffen oder Schlickern versehen. Je stärker geneigt die donlägigen Schächte sind, je weniger braucht auf die Reibung durch Fördergefässe gegen die Donlager Rücksicht genommen zu werden.

Gekuppelte Schächte. Statt die beiden Tonnen, die aufsteigende und die niedersteigende, in einem und demselben Schachte umgehen zu lassen, senkt man auch wohl zwei nicht weit voneinander entfernt liegende, möglichst enge Schächte ab, die ein und dasselbe Flötz ausrichten. Die gefüllte Tonne geht in dem einen Schacht aufwärts, während die leere in dem andern abwärts geht. Der Seilkorb des Göpels ist in diesem Falle zwischen beiden Schächten auf der ihren Mittelpunct verbindenden Linie angebracht, wenn sie weit genug voneinander entfernt sind; liegen sie aber nahe aneinander, so steht er auf einem Puncte der gemeinschaftlichen Senkrechten auf der Linie des Mittelpuncts.

Gewöhnliche Dimensionen der Pferdegöpel. Die gewöhnlichsten Dimensionen der Pferdegöpel sind im Allgemeinen von den, auf Taf. 35 u. 36 dargestellten Maschinen wenig verschieden. Der Durchmesser des Seilkorbes oder der Trommel beträgt 3 — 4 Meter; die Länge der Zugbäume oder der Halbmesser der Rennbahn das Drei- oder Vierfache von dem Korb-Halbmesser, d. h., 6 bis 8 Meter. Der Durchmesser der Seilscheiben beträgt 1,30 bis 2 Meter. Das Gerüst, welches sie trägt, ist um so höher, je höher die Fördergefässe sind. Die Ladung derselben beträgt am Häufigsten 4 — 600 Kilogramm.

Tägliche Leistung und Nutzeffect des Pferdes. Herr Navier bestimmt die mittlere Leistung eines Pferdes in einem Göpel zu 45 Kilogramm, mit einer Geschwindigkeit von 0,90 Meter in der Secunde, und den Nutzeffect eines Pferdes zu 1,166,400 Kilogr., 1 Meter hoch gehoben und die Dauer der täglichen Arbeit zu 8 Stunden angenommen. Aus zahlreichen Beobachtungen, welche die Herren Böbert, d'Aubuisson etc. bei dem Bergbau angestellt haben, geht hervor, dass die mittlere Zugkraft des Pferdes in einem Göpel 60 — 70 Kilogr. beträgt, und dass man von einer mittlern Zugkraft von 65 Kilogr. ausgehen kann, um den Halbmesser des Seilkorbes, die Zugbäume und das Gewicht der Tonnenbelastung in Uebereinstimmung zu bringen, und dass der tägliche Nutzeffect eines auf diese Weise benutzten Pferdes, wenn nicht gar zuviel Zeit verloren geht, sich im Allgemeinen auf mehr als 1,000,000 Kilogr., 1 Meter hoch gehoben, beläuft. Dass die Annahmen des Herrn Navier geringer sind, hat seinen Grund darin, dass die Leistungen in einem zur Förderung angewendeten Göpel nicht so anhaltend sind; denn nach der Ausförderung einer jeden Tonne findet eine Ruhe statt, und die Summe dieser Ruhen beträgt im Allgemeinen $\frac{1}{4}$ bis $\frac{1}{3}$ von der ganzen Tagesschicht. Ausserdem ist die Anstrengung eines Pferdes bei der Förderung in sehr ausgedehnten Gränzen verschieden, indem das Gewicht des Seils im Anfange der Ausförderung einer Tonne als Widerstand, dann aber als Triebkraft wirkt. Nun ist aber dieses Gewicht, haben die Schächte auch noch eine so geringe Tiefe der Belastung, der Tonne sehr vergleichbar. Es scheint daraus gefolgert werden zu können, dass die Reihenfolge der Arbeit und der Ruhe und die Abweichungen der Zugkraft sehr günstige Umstände für die Entwickelung der Muskelkraft der Pferde seyen.

Wir theilen hier, nach Herrn Böbert, die Dimensionen eines Pferdegöpels mit, der auf der Grube weisser Schwan und volle Rose, Fundgrube zu Freiberg, im Betriebe ist, und der mehr leistet, als mehrere andere Maschinen der Art.

Der Halbmesser der Rennbahn beträgt . . .	8,178 Met.
Der Durchmesser des Seilkorbes	3,384 -
Der Durchmesser der Seilscheiben	1,97 -
Der Durchmesser ihrer Zapfen	0,07 -
Das Gewicht dieser Seilscheiben	187,6 Kil.
Das Gewicht einer leeren Tonne	178,22 -
Die Ladung einer vollen Tonne	562,00 -
Das Gewicht des Seiles auf einer Schachtteufe	324,37 -

Der Schacht ist flach, und sein Liegendes macht mit der Sohle einen Winkel von $77\frac{1}{2}$ Grad.

Die Saigerteufe beträgt 200,43 Met.

Die Dauer von der Ausförderung einer Tonne 11 Min. 43 Sec.

Die zum Anschlagen und Ausstürzen der Tonnen erforderliche Zeit, während welcher die Pferde ruhen, 6 Min.

Es sind zwei Pferde auf einmal angespannt, welche in sechsstündigen Schichten arbeiten.

Sie fördern 20 beladene Tonnen aus, welches einen Nutzeffect von 1,316,023 Kilogr. 1 Meter hoch gehoben für jedes Pferd ausmacht. Die mittlere Geschwindigkeit während des Betriebes von dem Göpel beträgt 1,39 Meter.

Ihre mittlere Zugkraft, nach Abzug der passiven Widerstände, beträgt 66,27 Kil.; die grösste Leistung erhebt sich auf 99,08 Kil., und die geringste auf 33,46.

Wir fügen hinzu, dass, wenn täglich 12 Stunden lang gefördert wird, und wenn 2 Pferde auf einmal angespannt sind, 4 Pferde vorhanden seyn müssen, von denen jedes 6 Stunden täglich arbeitet. Zweckmässiger würde es noch seyn, sie nicht 6 Stunden hintereinander, sondern nur immer 3 Stunden arbeiten und dann wieder 3 Stunden ruhen zu lassen.

Die Förderseile, welche man bei den Pferdegöpeln anwendet, sind stets rund und bestehen aus Hanf oder aus Eisendraht. Da sie, ebensowenig als die Tonnen, nicht wesentlich von den runden Seilen verschieden sind, die man bei den Wasser- oder Dampfgöpeln anwendet, so werden wir die Seile bei diesen beschreiben.

Wasser- oder Dampfgöpel. Das Seilscheibengerüst bei den Wasser- oder Dampfgöpeln ist nicht wesentlich von denen verschieden, welche bei Pferdegöpeln angewendet werden; nur muss er fester und höher seyn, weil die Tonnen gewöhnlich mehr belastet sind, und weil es die Beschaffenheit des Motoren erfordert, dass die Tonnen sich höher über der Schachtöffnung erheben, ohne gegen die Seilscheiben stossen zu können. Uebrigens ist dieses Gerüst im Allgemeinen unabhängig von den Körben, auf welchen sich die Seile aufwickeln, und muss eine grosse Stabilität haben, die man ihm mittelst Streben verschafft, welche auf der Seite des Korbes angebracht sind. Da, wo das Gusseisen im Verhältnisse zu dem Holze wenig kostet, besteht das Seilscheibengerüst aus dem letztern Material. Es verhält sich so auf vielen englischen Steinkohlengruben, namentlich bei denen in der Umgegend von Dudley.

Die Förderseile wickeln sich um Körbe oder Trommeln, deren Achse fast stets horizontal liegt, und welche durch das Wasserrad oder die Dampfmaschine in Bewegung gesetzt werden. Gewöhnlich sind diese Körbe nicht cylindrisch; diejenigen, welche runde Seile aufnehmen, sind conisch, um die Veränderungen des Moments der Widerstände in den verschiedenen Stellungen der auf- und absteigenden Tonnen in weniger weite Gränzen zu beschränken. Die Körbe, welche die flachen oder Bandseile aufnehmen, sind nicht eigentliche Trommeln oder Körbe, sondern Bobinen oder Rollen, in denen sich die aufeinander folgenden Windungen des Seils übereinander aufwickeln.

Die Figg. 5, 6 u. 7, Taf. 37, stellen die Seilscheibengerüste vor, wie sie am Häufigsten im nördlichen Frankreich und in Belgien bei den Dampfgöpeln angewendet werden. Sie vereinigen Einfachheit mit Festigkeit. Sie bestehen aus einem einfachen, hölzernen, senkrechten Geviere, welches unten in lange Sohlhölzer eingezapft ist, welche auf dem Gemäuer liegen, welches bis zur Höhe der Schachtaufsattelung aufgeführt worden ist. Zur Seite haben sie hölzerne Streben, die in einen Querschwell eingezapft sind, der über die beiden Längsschwellen weggeht und mit denselben verzinkt ist; auf der hintern Seite nach dem Korbe zu stehen ebenfalls zwei, in die Längsschwellen eingezapfte Streben.

Oben ist das Geviere durch eine Kappe vervollständigt, und es dient zu gleicher Zeit mit dem darunter vorhandenen Riegel zur Unterstützung der Träger von den Seilscheiben. Ein jeder von diesen Trägern, die in Fig. 8 im Detail dargestellt worden sind, besteht aus zwei kurzen Holzstücken, die nach Vorn geneigt und an ihren oberen Enden mit gusseisernen Zapfenlagern versehen sind, welche broncene Pfannen aufnehmen, in denen sich die Zapfen der Seilscheiben drehen. Diese Träger sind mit der Kappe des Gevieres durch eiserne Bügel und Schraubenbolzen verbunden und stehen unten auf dem Riegel, mit welchem sie ebenfalls durch Bolzen verbunden sind. Da die Achse der Träger den Winkel, welcher durch die beiden Theile des um die Scheibe laufenden Seils gebildet worden ist, in fast zwei gleiche Theile theilt, so ist die mittlere der auf diese Scheibe einwirkenden Kräfte geneigt, allen ihren Druck auf die Kappe und den Riegel auszuüben.

Die Seilscheiben haben gewöhnlich 2 bis 3 Meter im Durchmesser; sie bestehen aus Gusseisen. Ihre Breite hängt von der Form des Seils ab; ihre Zapfen bestehen aus Schmiedeeisen und sind abgedreht.

Die Schachtöffnung ist auf 3 Seiten mit einer Art von Befriedigung umgeben, die aus horizontalen Hölzern besteht, auf welche die beweglichen Stangen gelegt werden, auf die man die Tonne zurückgehen lässt, wenn sie umgestürzt werden soll.

Die Körbe, um welche sich die Seile wickeln, sind zuweilen auf einer bedeutenden Entfernung von dem Förderschachte vorhanden. Die sie bewegende Triebkraft kann ein Wasserrad oder eine Dampfmaschine seyn.

W a s s e r r ä d e r, w e l c h e b e i d e n G ö p e l n a n g e w e n d e t w e r d e n. Die Construction eines Wasserrades hängt im Wesentlichen von dem zu benutzenden Gefälle ab. Gewöhnlich sind in den Gegenden, wo man die Förderung mittelst Wassergöpeln bewirkt, diese Gefälle so bedeutend, dass die Räder oberschlächtige seyn können. Um die Richtung der rotirenden Bewegung wechseln zu können, wendet man sogenannte K e h r r ä d e r, d. h. solche, an, welche zwei Schaufelreihen von entgegengesetzter Richtung haben, welche aneinander liegen. Die Aufschlagewasser werden dem Rade an seinem Scheitel durch ein Gerinne zugeführt, welches ebenso breit, wie die beiden Räder und

mit Schussgerinnen und Schützen versehen ist, welche der Maschinenwärter oder Schützer mittelst zweckmässig angebrachter Hebel bewegt, so dass er die Aufschlagewasser nach Belieben auf den einen oder den andern Theil des Rades gelangen lassen kann. An dem Gerinne ist auch noch ein Abfallschütz angebracht, um einen Theil des Wassers abfliessen lassen zu können, damit auf das Rad nur dasjenige Wasservolumen fällt, um eine fast gleichförmige Bewegung zu erhalten, indem man den Wasserverbrauch im Verhältnisse zu dem veränderlichen Moment der Widerstände einrichtet.

Wenn das Aufschlagewasser durch einen Canal nach dem Orte geleitet werden kann, wo der Korb hingestellt werden soll, so legt man denselben gewöhnlich auf dieselbe Welle mit dem Wasserrade, so dass Kehrrad und Korb gleiche Anzahl von Umgängen machen. Zuweilen ist es aber der Fall, dass das zu benutzende Gefälle in einer bedeutenden Entfernung und selbst in einem ganz andern Niveau vorhanden ist, als der Punct wohin der Korb kommen soll; in diesem Falle wird die Bewegung des unter dem Gefälle angebrachten Rades der Korbwelle mittelst Krummzapfen oder Kurbeln, hölzerner oder eiserner Gestänge und mittelst Kreuzen mitgetheilt, welche die Bewegung aus einer Richtung in die andere übertragen. Diese Mittheilung der Bewegung durch mehr oder weniger lange Gestänge haben den Nachtheil, die Anlage und den Unterhalt der Maschine zu vertheuern und einen sehr bedeutenden Widerstand durch die Reibung zu veranlassen, wodurch ein bedeutender Theil der Triebkraft des Gefälles verbraucht wird. Da ferner der Schützer, welcher den Göpel leitet, sich in der Nähe des Korbes befinden und den Förder- oder Treibschacht im Auge behalten muss, um nach Belieben die Richtung der drehenden Bewegung des Kehrrades wechseln, oder es gänzlich aufhalten zu können, so müssen die Schütze, welche das Wasser auf die eine oder die andere Abtheilung des Kehrrades schlagen, sowie die an dem Rade angebrachte Bremse, von fern, durch Gestänge in Bewegung gesetzt werden, die denjenigen, welche zur Biegung dienen, gleich sind.

Es scheint mir zweckmässiger zu seyn, jedesmal, wenn es nicht ganz unmöglich ist, den Seilkorb an die Radewelle selbst zu legen, selbst wenn sie weit von dem Förderschachte entfernt ist. Die Seile laufen alsdann von dem Korbe zu den Seilscheiben über dem Schacht über Rollen; man vermeidet dadurch die Anwendung von Gestängen, welche durch längere Seile ersetzt werden. Die Unterhaltung derselben wird nicht mehr kosten, als die der Gestänge, wenn man Seile von Eisendraht anwendet, deren gute Benutzung ein mehrjähriger Gebrauch bewiesen hat. Die Leitung der Maschine ist minder schwierig, und die Widerstände werden wahrscheinlich auch etwas geringer seyn. Es ist stets nöthig, dass der Maschinist, oder Schützer, welcher die Maschine leitet, auch den Schacht sehen kann. Zeichen an den Seilen, welche sich mit auf den Korb wickeln, könnten ihm übrigens die hauptsächlichsten Lagen der Fördertonnen, wie, z. B., ihre Ankunft in der Nähe des Tiefsten oder in der Nähe der Tageöffnung, die Durchkreuzungen der Tonnen im Schacht etc. bezeichnen.

Die Figg. 1, 2 u. 3, Taf. 38, stellen einen Wassergöpel dar, welcher von den Freiberger Gruben entlehnt worden ist, welche Einrichtung man auch am Oberharze nicht selten findet, wie das Werk des Herrn von Villefosse, Bd. 2, S. 207 etc., Bd. 3, S. 44 etc., näher nachweis't. Das Kehrrad ist hier unter Tage angebracht, und seine Bewegung wird der Korbwelle, welche über Tage liegt, mittelst zweier gusseiserner doppelter Krummzapfen und mittelst 4 hölzerner Korb- oder Bleuelstangen,

mitgetheilt. Wir haben dieses Beispiel als eins der verwickeltsten mitgetheilt, welche bei der Construction der Wassergöpel vorkommen können.

Fig. 1 ist ein Grundriss des Korbes, auf welchen sich die beiden Seile aufwickeln. Der Förder- oder Treibschacht liegt rechts von dem Korbe. Der links befindliche Schacht enthält zwei von den hölzernen Korbstangen, welche die Bewegung der Wasserradwelle der Korbwelle mittheilen.

Die Fig. 2 ist ein senkrechter Durchschnitt, welcher durch die Achse des Korbes, durch einen Theil des Schachtes und durch den obern Theil der Kehrradstube geht. Die Enden derselben Gestänge sind auf den Figuren 1 u. 2 mit denselben Buchstaben bezeichnet. Die Fig. 3 ist ein senkrechter Durchschnitt, senkrecht auf der vorhergehenden und auf der Achse des Wasserrades; er zeigt die Bremse, mittelst welcher man die Bewegung des Rades rasch aufhält. Der Förderschacht ist bis auf eine Tiefe von 60 Lachter saiger; seine weitere Fortsetzung von 150 Lachtern ist unter 33 Grad zur saigern Ebene geneigt. Der Schacht hat drei Abtheilungen, *B'*, *B*, *B*, wie man in den Figg. 1 u. 2 sehen kann. Zwei von diesen Abtheilungen *B*, *B*, dienen zur Förderung, die dritte, *B'*, dient zur Fahrung und enthält auch die beiden Korbstangen *b*, *b*, deren untere Enden zu den doppelten Krummzapfen an dem Kehrrade gehen, sowie die oberen Enden zu einem ähnlichenKrummzapfen an der Korbwelle.

Der Schacht *C*, links von dem Korbe ist saiger und 50 Lachter tief; er enthält die beiden Korbstangen *b*, *b*, welche die doppelten Krummzapfen links an der Kehrrad- und der Korbwelle verbinden. Dieser Schacht enthält ausserdem noch drei Gestänge, *i*, *i*, *i*, welche zu den Armen gehen, welche an den drei Wellen *m*, *n* und *r* angebracht sind. Mit Hülfe dieser Gestänge lässt der über Tage befindliche Schützer die Aufschlagewasser auf die eine oder die andere Abtheilung des Kehrrades gehen und zieht die auf dieses Rad wirkende Bremse an, oder lös't sie los.

Der Korb ist zwischen den beiden Schächten *B'* und *C*, 6 Fuss über der Sohle angebracht. Eine von den beiden Hälften des Korbes *A'* ist mit der Korbwelle fest verbunden; der andere, *A''*, kann nach Belieben mit derselben verbunden werden, oder kann sich frei auf derselben bewegen, so dass sie keinen Theil an der drehenden Bewegung der Welle und der Korbhälfte *A'* nimmt.

Der Korb hat $4\frac{1}{2}$ Fuss im Durchmesser und die Kränze, welche die beiden Hälften bekränzen, $7\frac{3}{4}$ Fuss. Eine jede von diesen beiden Abtheilungen des Korbes zerfällt wiederum in zwei Abtheilungen. Die grössere nimmt denjenigen Theil des Seiles auf, welcher nicht benutzt wird; der Scheider, welcher beide Abtheilungen trennt, ist so ausgeschnitten, dass das Seil aus der einen in die andere Abtheilung übergehen kann.

Die Korbwelle, welche $11\frac{1}{2}$ Fuss lang und 2 Fuss im Quadrat stark ist, hat an jedem Ende einen gusseisernen doppelten Krummzapfen, der $13\frac{1}{2}$ Centner wiegt. Die beiden Kröpfungen jedes Krummzapfens liegen 180 Grad voneinander und folglich in einer und derselben Ebene. Beide Krummzapfen sind um 90 Grad voneinander entfernt, so dass ihr Ganzes eine vierfache Kurbel bildet, deren Kröpfungen die Peripherie in 4 Viertel theilt. Der Halbmesser der von der Achse einer jeder Kröpfung beschriebenen Peripherie beträgt 11 Zoll. Die abgedrehten Zapfen liegen zwischen der ersten Kröpfung und dem Ende der Welle; sie haben einen Durchmesser von 8—9 Zoll und drehen sich in eisernen Pfannen, die in hölzerne Zapfenlager eingelassen sind, welche ihrerseits auf Mauern ruhen.

Die Korbabtheilung A'' kann nach Belieben auf der Korbwelle befestigt, oder unabhängig von derselben gemacht werden. Zu dem Ende ist die Welle an demjenigen Theil abgedreht, auf welchem diese Korbabtheilung angebracht ist. Dieselbe ist auf einem cylindrischen Muff befestigt, welcher den ebenfalls cylindrischen Theil der Welle umfasst. Riegel *g, g* können in die Nuthen eingeschoben werden, welche auf den äusseren Flächen der Korbscheider angebracht sind, und hervorstehende eiserne Bolzen *h, h* sind auf der Peripherie der Welle an dem Theile befestigt, welcher diese Scheider berührt; wenn man nun die Riegel *g, g* bis zu der Welle vorschiebt, so stossen die Bolzen *h, h, h* gegen die Riegel und nöthigen die Welle, sich mit den Riegeln zu drehen. Zieht man dagegen die Riegel in die Höhe, und lässt man ausserdem noch eine Bremse auf die Peripherie von einem der Scheider wirken, so wird sich die Welle im Innern des cylindrischen Muffes drehen, auf welchem die Korbtheilung angebracht ist, während die Wirkung der Bremse verhindert, dass sie in die drehende Bewegung des ganzes Korbes hineingezogen wird. Man kann sich leicht denken, dass die Riegel *g, g* gegen die Welle und die Bolzen *h, h* treten könnten, wenn die Bremse gelös't ist, und sich dagegen erheben könnten, wenn die Bremse gegen den Umfang des Scheiders drückt. Es würde zu dem Ende, z. B., hinreichend seyn, dass die Riegel *g, g* durch Federn von der Peripherie gegen den Mittelpunct zu gedrückt würden, so dass ihre Enden gegen die Welle treten, solange die Bremse nicht auf die Scheider der Trommeln drückte, und dass man in der Stärke der Scheider Stangen anbrächte, welche unter dem Druck einer Bremse eindringen würden, welche die Peripherie der Scheibe umfasst, und durch ihr Eindringen selbst und mittelst einer Bewegungsverbindung in dem Zwischenraume zwischen der Umgebung des Korbes und dem Muff oder Hals, der sie trägt, die Entfernung der Riegel veranlassen würden.

Die Beweglichkeit der Korbabtheilung A'' ist erforderlich, um eine Ausförderung der Erze aus zwei verschiedenen Sohlen, entweder gleichzeitig oder nach und nach, bewirken zu können. Nehmen wir, z. B., an, dass die Tonne, deren Seil sich auf den Korb A' aufwickelt, in einer Teufe von 200 Lachtern befindlich sey, wenn die Tonne, deren Seil sich um die Tonne A'' wickelt, im Niveau der Schachtöffnung befindlich ist. Soll nun diese letztere Tonne nur bis zu einer Teufe von 150 Lachter niedergehen, so ist es hinreichend, den Korb A'' von der Welle abzulösen, wenn die Tonne bis zu dieser Sohle niedergegangen ist, während die Welle und der Korb A' sich zu drehen fortfahren, um die Tonne, welche aus einer Sohle von 200 Lachtern aufgefördert wird, zu Tage zu bringen. Umgekehrt, wenn die aus einer Sohle von 150 Lachtern ausgegangene Tonne zu Tage gelangt seyn wird, so muss die niedergehende eine Teufe von 150 Lachtern erreicht haben; soll sie nun tiefer gehen, so macht man den beweglichen Korb los, stellt ihn mit Hülfe der Bremse fest, während die Welle und der feste Korb sich in derselben Richtung zu drehen fortfahren, bis die niedergehende Tonne auf der verlangten Sohle angelangt seyn wird.

Das Kehrrad ist 50 Lachter unter Tage zwischen den beiden Korbstangenschächten in einer besondern Radstube angebracht. Die beiden doppelten Krummzapfen und die Kehrradwelle entsprechen den Krummzapfen und der Korbwelle über Tage, und beide Wellen liegen in einer senkrechten Ebene. Die Aufschlagewasser gelangen durch das Gerinne *B*, Fig. 3, herbei und fallen in die dritte oder vierte Schaufel, von dem obersten Puncte des Rades abgerechnet, und zwar durch die Schussgerinne *O, O* in die rechte oder linke Schaufelung. Der Durchmesser des Rades beträgt 34¼ Fuss;

die Breite jeder Abtheilung zwischen den Kränzen beträgt 15½ Zoll; die Stärke des mittlern Kranzes 7½ Zoll; die eines jeden der äussern Kränze 2¾ Zoll. Die Tiefe der Schaufelung in der Richtung des Halbmessers beträgt 12 Zoll. Am obern Ende *N* des Gerinnes *P* ist ein kleiner Abfallcanal angebracht, durch welchen die überflüssigen Aufschlagewasser ablaufen, welche nicht durch einen der Schütze auf das Rad gelangen; die beiden Schütze und die Bremse werden durch den über Tage, in der Nähe des Korbes befindlichen Schützer mittelst dreier Gestänge und mittelst der drei Wellen *r, n* und *m* bewegt. Diese Gestänge, welche mittelst ihrer unteren Enden an den Armen der gedachten Wellen sitzen, sind mit ihren oberen Enden an 12 Fuss langen Schwengeln befestigt, die im ersten Stocke des Korbhauses angebracht sind. Am andern Ende dieser Schwengel sind Stangen angebracht, welche bis zum Erdgeschosse niedergehen und mit ebenso vielen Hebeln in Verbindung stehen, deren Griffe im Bereiche des Schützers sind. Derselbe hat daher 4 Hebel neben sich, von denen zwei zum Aufziehen und Niederlassen der Schütze dienen, welche der einen oder der andern von den Schaufelungen des Kehrrades das Wasser geben; ein dritter dient zum Anziehen der Bremse von dem Wasserrade, und der vierte zum Anziehen der Bremse, welche die drehende Bewegung des Korbes *A''* aufhält. Die Figg. 2 u. 3 deuten hinlänglich an, auf welche Weise die Gestänge *i, i, i* auf die beiden Schütze und auf die Bremse wirken. Wenn eine Tonne zu Tage gelangt, und die andere zu gleicher Zeit zu dem Füllorte niedergegangen ist, von wo ab in dem Augenblicke gefördert wird, so lässt der Schützer den Schütz hinab, welcher dem Rade Wasser giebt, und zieht zu gleicher Zeit die Bremse an, damit das Rad sogleich, oder wenigstens kurz darauf angehalten werde, ohnerachtet der Wasserlast, die noch darin enthalten ist, und des Einflusses der erlangten Geschwindigkeit. Unmittelbar nachher giebt er der andern Schaufelung des Kehrrades Wasser und macht die Bremse los, damit das Rad eine umgekehrte Richtung annehmen könne, und die volle Tonne etwas abwärts gehe und ausgestürzt werden könne. Ist diess geschehen, so lässt er die Tonne wieder etwas emporgehen und bringt sie in die Lage, in welcher sie seyn muss, um wieder hinabzugehen. Auf das von dem Füllorte mit dem Klopfgestänge oder mit einer Glocke, oder durch sonst ein anderes Mittel gegebene Zeichen, welches andeutet, dass eine andere Tonne gefüllt und bereit ist, aufwärts gefördert zu werden, giebt er von Neuem Wasser auf diejenige Abtheilung des Kehrrades, die neben der befindlich ist, welche das Wasser während des Aufförderns der vorhergehenden Tonne erhielt.

Ein jedes von den auf den Korb aufzuwickelnden Seilen erhebt sich zuvörderst senkrecht, geht alsdann über eine erste Frictionsrolle, die 22 Fuss über der Sohle angebracht worden ist, wendet sich dann söhlig über eine zweite Frictionsrolle, die über dem Schacht angebracht ist, und geht dann saiger in den Schacht hinab.

Eine jede von den Fördertonnen enthält 12 Cubikfuss Erz, welche etwa 20 Centner oder 1000 Kilogramm wiegen. Das Kehrrad macht ohngefähr 6 Umgänge in der Minute und verbraucht in derselben Zeit 129 Cubikfuss Wasser. Der Korb macht ebensoviel Umgänge, und da sein mittlerer Durchmesser 5¼ Fuss beträgt, so bewegen sich die Tonnen in dem Schachte mit einer Geschwindigkeit von 16,66 Lachter in der Minute; nehmen wir an, dass das Gewicht der geförderten Erze sich zu einem gleichen Volum Wasser wie 2½ zu 1 verhalte, welches sich nicht weit von der Wirklichkeit entfernen wird, und nimmt man ferner an, dass sich die Tonnen senkrecht erheben, so verbraucht man in der Minute 129 Cubikfuss Wasser, die 34 Fuss hoch fal-

len, und der Nutzeffect wird durch das Gewicht von 30 Cubikfuss Wasser, 99,96 Fuss hoch gehoben, dargestellt. Der Nutzeffect verhält sich demnach zu der verbrauchten Kraft in dem Verhältnisse von

$$99{,}96 \times 30 : 129 \times 34 = 15 : 22.$$

Diese Schätzung ist wahrscheinlich weit mehr über, als unter dem wirklichen Verhältnisse zwischen dem Nutzeffect und der Triebkraft des Gefälles. Denn die langen Korbstangen, welche zu der Mittheilung der Bewegung angewendet werden, die sehr grosse Geschwindigkeit des Wasserrades (seine Peripherie dreht sich mit einer Geschwindigkeit von etwa 10 Fuss in der Secunde), besonders aber die Ungleichheit des Widerstandsmomentes, welche aus dem Gewichte der Seile folgt, müssen Veranlassung zu einem grossen Verluste der Triebkraft geben.

Es gehört nicht zu unserm Zwecke, die Theorie und die Regeln der Construction der oberschlächtigen und der Wasserräder im Allgemeinen zu geben; sondern wir müssen in dieser Beziehung auf die Lehr- und Handbücher der Hydraulik und des Maschinenwesens verweisen.

Wir bemerken hier nur, dass alle Wasserräder mit Vortheil zur Förderung angewendet werden können; jedoch müsste man im Allgemeinen die Bewegung des Kehrrades dem Korbe durch Räderwerk mittheilen, damit das Kehrrad die Geschwindigkeit behalten könnte, welche dem höchsten Nutzeffect des Gefälles entspricht, während sich die Tonnen in dem Schachte mit einer Geschwindigkeit bewegen würden, welche im Allgemeinen nicht mehr als 3 Fuss in der Secunde betragen müsste.

Anwendung der Kreiselräder. In Gebirgsgegenden, in denen der metallische Bergbau gewöhnlich umgeht, haben die Wassergefälle häufig eine bedeutende Höhe, wogegen ihr Volum gering ist. Man benutzt diese hohen Gefälle gewöhnlich zur Bewegung von oberschlächtigen Rädern; allein dieselben sind sehr kostbar in der Anlage und wegen ihres bedeutenden Durchmessers schwierig anzubringen. Man könnte sie in vielen Fällen sehr vortheilhaft durch die in neuerer Zeit so häufig angewendeten Kreiselräder ersetzen. Auf dem Spess-Schacht der Friedrich-Bleierz-Grube bei Tarnowitz in Oberschlesien ist ein Kreiselradgöpel im Betriebe, und wahrscheinlich giebt es jetzt noch mehrere dieser Art.

Zum Betriebe des im Jahre 1844 bei Gesegnete Bergmanns-Hoffnung Fdgr. nach dem Plane und unter der Leitung des Maschinenmeisters Braunsdorf*) erbauten und seit December desselben Jahres im Gange befindlichen Göpels wurde ein Kreiselrad gewählt, in der Erwartung, dass in dem vorhandenen Gefälle von nur 16 Fuss Höhe mit einem Kreiselrade wenigstens dieselbe Kraft gewonnen werden würde, als mit einem Kehrrade im Kropfgerinne, und weil die Radstube für ein Kreiselrad mit weit geringeren Schwierigkeiten und Kostenaufwande herzustellen war, als für ein Kropfrad.

Die Aufschlagewasser werden in 178 Fuss Teufe unter Tage in Spundstücken einer 16 Zoll weiten gusseisernen Einfallröhre zugeführt und fallen durch diese auf das im Allgemeinen nach Fourneyron's Methode gebaute Kreiselrad.

Das 194 Fuss unter Tage stehende Rad ist für 16 Fuss Gefälle und 390 Cubikfuss pro Minute Aufschlagewasser berechnet, hat innerlich 2 Fuss, äusserlich 3 Fuss, $\frac{2}{3}$ Zoll Durchmesser, $2\frac{1}{2}$ Zoll Schaufelhöhe und steckt an einer 4 Zoll starken, 13 Fuss 5 Zoll langen geschmiedeten Welle.

*) A. d. Freiberger Jahrbuche, 1846.

Die Kreiselradwelle trägt eine zum Aufhalten der Bewegung der Maschine dienende gusseiserne Bremsscheibe von $3\frac{1}{2}$ Fuss Durchmesser, sowie am obern Wellenkopfe ein Winkelrad mit 20 Zähnen; dieses greift in ein anderes Winkelrad mit 108 Zähnen ein, welches am Kopfe einer gusseisernen $6\frac{1}{2}$ Zoll starken, 14 Fuss $7\frac{1}{4}$ Zoll langen, liegenden Vorgelegswelle aufgekeilt ist.

An dieser Vorgelegswelle befindet sich die Vorrichtung, welche zur Abänderung der Bewegungsrichtung der Seilkorbwelle dient und in zwei lose aufsitzenden Winkelrädern mit Kuppelmuffen besteht. Letztere beide sind so mit einander verbunden, dass bei'm Ausrücken des einen der andere eingerückt, und von ihnen immer eines der beiden losen Winkelräder auf der Vorlegswelle festgestellt wird.

Die losen Winkelräder greifen beide zugleich in ein drittes, am Kopfe der Seilkorbwelle befestigtes Winkelrad, an den entgegengesetzten Enden eines und desselben — horizontalen — Durchmessers, ein, und es wird daher diese Welle von demjenigen Winkelrade, welches eben auf der Vorgelegswelle durch den Kuppelmuff festgestellt ist, bewegt, während das zweite Vorgelegewinkelrad von dem Rade der Seilkorbwelle auf der Vorgelegswelle frei und nach der entgegengesetzten Richtung umgetrieben wird, in welcher sie selbst sich bewegt.

Die beiden losen Winkelräder der Vorgelegswelle haben jedes 13 Zähne und das Rad der Seilkorbwelle, in welches sie eingreifen, hat 56 Zähne.

Auf der runden gusseisernen Seilkorbwelle, von 9 Zoll Durchmesser und 9 Fuss 11 Zoll Länge, ist für jedes Seiltrum ein besonderer Seilkorb aufgesetzt; einer von diesen beiden Seilkörben ist durch Klauenkuppelung mit der Welle verbunden, damit er bequem und ohne Zeitverlust von der Welle gelös't und die Seiltrümer, nach Verhältniss der Teufe, aus welcher gefördert werden soll, verlängert oder verkürzt werden können. Der äussere Durchmesser der Seilkörbe beträgt 9 Fuss 2 Zoll, und die Seilfächer sind 7 Zoll tief und 1 Fuss weit.

Die beiden Seiltrümer laufen von den Seilkörben durch einen saigeren Seilschacht bis über die Hängebank hinauf nach zwei gusseisernen, 10 Fuss hohen Seilscheiben, von welchen die eine 202 Fuss, die andere 210 Fuss hoch über den Seilkörben in solcher Stellung aufgehängt ist, dass die Seiltrümer in saigerer Richtung in die beiden Förderschachtsabtheilungen gelangen.

Die Seile sind gewöhnliche 16fädige Drahtseile, von welchen 1 Lachter $4\frac{2}{5}$ Pfund wiegt.

Von den Stürzhaken bis zur Stollnsohle, oder bis 241 Fuss Teufe, ist der Förderschacht saiger, von da an aber nach 60 Grad Fallen geführt.

Jede Tonne hat gegenwärtig einen Fassungsraum von 21,325 Cubikzoll Bergmaass oder $8\frac{3}{4}$ Kübel à 2500 Cubikzoll Dresdner Maass.

Ueber den Effect des Kreiselrades und des Göpels überhaupt konnten bisher nur unter ungünstigen Verhältnissen Beobachtungen angestellt werden, da, wegen noch nicht beseitigter Localverhältnisse, statt der Aufschlagewassermenge von 390 Cubikfuss, für welche die Maschine eingerichtet ist, nur 260 bis 270 Cubikfuss auf das Rad geführt werden können.

Demungeachtet zeigte sich der Effect dieses Göpels noch vortheilhafter, als der des Göpels bei dem hiesigen Grubengebäude Segen Gottes und Herzog August Fdgr., bei welchem das benutzte Gefälle gleichfalls 16 Fuss beträgt, ein Kehr-

rad von $31\frac{1}{6}$ Fuss Höhe angewendet ist und der Seilkorb 431 Fuss hoch über dem Rade liegt.

Nach den am 15. Mai 1845 angestellten Beobachtungen wurde bei dem in Rede stehenden Göpel von Gesegnete Bergmanns-Hoffnung mit 15 Fuss $6\frac{3}{4}$ Zoll Gefälle 259,818 Cubikfuss Aufschlagewasser pro Minute und bei $1\frac{1}{8}$ hoch gezogener Schütze eine Tonne mit Bergen gefüllt, deren Gewicht 764,5 Pfund betrug, von der dritten Gezeugstrecke oder aus 610 Fuss Saigerteufe in $6\frac{1}{6}$ Minuten, mit durchschnittlich pro Minute 97,07 Umläufen des Kreiselrades, zu Tage gefördert, und es betrug daher pro Minute die aufgewendete Wasserkraft

188613,302 Fuss-Pfund,

der Nutzeffect 75623,514 Fuss-Pfund,

also der Wirkungsgrad oder das Verhältniss des Nutzeffectes zur aufgewendeten Wasserkraft 0,40 bei der ganzen Maschine.

Nach Beobachtungen vom 27. Juni 1845 wurde, bei 15 Fuss 6 Zoll Gefälle, 268,899 Cubikfuss Aufschlagewasser pro Minute mit $1\frac{1}{6}$ Zoll Schützenzug, eine Tonne Gänge, deren Gewicht 851,17 Pfund betrug, aus 616 Fuss Saigerteufe in 415 Secunden, bei durchschnittlich pro Minute 86,55 Umläufen des Kreiselrades, zu Tage gefördert, und es war daher die verwendete Wasserkraft =

194421,930 Fuss-Pfund,

der Nutzeffect = 75052,043 Fuss-Pfund,

und der Wirkungsgrad = 0,39.

Wie weit der Wirkungsgrad des Göpels sich steigert, wenn er vollständig und mit der Wassermenge, für welche er eingerichtet ist, beaufschlagt wird und verhältnissmässig grössere Fördertonnen angewendet werden, lässt sich nach den bisher angestellten Beobachtungen nicht mit Sicherheit beurtheilen; es scheint aber, dass diese Steigerung nicht unbedeutend seyn kann, weil, um den unbelasteten Göpel mit der gewöhnlichen Geschwindigkeit im Gange zu erhalten, Kreiselradschütze $\frac{1}{2}$ Zoll aufgezogen und pro Minute 83,500 Fuss-Pfund Wasserkraft verwendet werden muss, also die constanten Bewegungswiderstände bei der jetzigen schwachen Beaufschlagung den Wirkungsgrad sehr vermindern.

Sowie hinsichtlich des Effectes hat sich auch rücksichtlich der leichten und präcisen Umsteuerung dieser Göpel als zweckmässig bewährt.

Die Umsteuerung lässt sich leicht und ohne Gefahr für die Haltbarkeit der Maschinentheile ausführen, weil durch eine Bremsvorrichtung während derselben der Gang der Maschine aufgehalten wird; das Bremsen oder Aufhalten der Maschine kann aber mit einer einfachen Handbewegung ohne Anstrengung sicher, sehr schnell und ohne dass dabei Stösse erfolgen, ausgeführt werden, so dass selbst eine zollweise Aufförderung der vollen Tonne leicht zu bewirken ist.

Kreiselräder mit etwas hohen Gefällen müssen sehr schnell umgehen, um die Triebkraft des Gefälles möglichst gut zu benutzen. Man müsste daher ihre Bewegung der Korbwelle mittelst Räderwerk mittheilen.

Anwendung der Dampfmaschinen zur Grubenförderung. In den meisten Fällen erhalten die Seilkörbe der Göpel ihre Bewegung durch Dampfmaschinen.

Die dazu angewendeten sind stets doppelt wirkende, die entweder mit oder ohne Condensation arbeiten, jenachdem man mehr oder weniger Wasser zu seiner Disposition hat. Sie können einen senkrechten Cylinder und einen Balancier haben, oder einen horizontalen oder senkrechten Cylinder ohne Balancier. In diesem letztern Falle wird die Bewegung der Kolbenstange der Schwungradwelle der Maschine durch eine einfache Korbstange und eine Kurbel mitgetheilt. Hat der Cylinder eine senkrechte Stellung, so steht er unmittelbar über oder unter der Schwungradwelle. Hat er dagegen eine horizontale Lage, so ist er seitwärts angebracht. Diese letztere Einrichtung erfordert die wenigsten Anlagekosten, allein sie hat einige andere Nachtheile, von denen die bedeutendsten die ungleiche Abnutzung des Cylinders und die geringe Dauer der Kolben sind. Die Schwungradwelle, sey die Einrichtung der Dampfmaschine auch, welche sie wolle, ist im Allgemeinen mit einem Zahnrade versehen, welches ein anderes grösseres Zahnrad treibt, das an der Korbwelle angsbracht ist. Um die Richtung der drehenden Bewegung des Korbes zu verändern, wechselt man fast stets die Bewegungsrichtung des Schwungrades der Maschine. Dieselbe muss daher eine solche Einrichtung haben, dass sie gleich gut nach der einen oder andern Drehungsrichtung wirkt, und der Wechsel der Bewegung muss sich einfach und schnell bewirken lassen. Wenn die Vertheilung des Dampfes in dem Cylinder mittelst 4 Ventilen bewirkt wird, die sich durch die Einwirkung von Gegengewichten öffnen und durch Bolzen an einem Steuerungsbaum, der an dem Balancier hängt, verschliessen, wie es bei den älteren Watt'schen Maschinen der Fall ist, so ist es zum Wechsel der Bewegung hinreichend, mit der Hand, mit Hülfe von Griffen, die in dem Augenblick offenen Ventile zu verschliessen, welches die Oeffnung derer bestimmt, welche verschlossen waren. Der Dampf drückt daher auf den Kolben in einer umgekehrten Richtung von seiner jetzigen Bewegung, oder derjenigen, welche er eben annehmen wollte, wenn er sich an dem einen Ende seines Laufes befand. Dieser Druck des Dampfes, welcher gewöhnlich mit der Wirkung der Widerstände zusammentrifft, hebt sehr bald die durch das Schwungrad erlangte Geschwindigkeit auf und ertheilt ihm eine in entgegengesetzter Richtung, die alsdann ohne Hülfe des Maschinenwärters fortdauert, indem am Ende eines jeden Kolbenhubes die Bolzen die verschlossenen Ventile öffnen und die offenen verschliessen.

Maschinen mit Schiebeventilen. Die vier Admissions- und Exhaustionsventile sind jetzt bei den meisten rotirenden Maschinen durch einen einzigen Schieber ersetzt, dem eine excentrische Scheibe an der Schwungradwelle die abwechselnde geradlinige Bewegung ertheilt. Die hohe Wichtigkeit einer guten Dampfvertheilung in den Maschinen veranlasst uns hier, in wesentliche Details einzugehen, die jedem Mechaniker und Jedem, der Dampfapparate benutzt, bekannt seyn müssen.

Ich nehme einen Cylinder an, der eine horizontale Lage hat, Taf. 39, Figg. 1 u. 2, und dessen Kolben *P* der Schwungradswelle eine ununterbrochene rotirende Bewegung mittelst des Bleuels *B* und der Kurbel *M* ertheilt. Ueber dem Cylinder ist der Raum *C* angebracht, die sogenannte Dampfbüchse, deren Inneres eine länglich viereckige Gestalt hat, und die mittelst der Röhre *J* und mittelst eines Canals in dem Gusseisen, der in die länglich viereckige Oeffnung *m*, Figg. 2 u. 3, ausläuft, in fortwährender Verbindung mit dem Kessel steht.

Der Boden der Büchse ist eine gehörig zugerichtete metallische Oberfläche mit drei länglich viereckigen Oeffnungen, *a*, *b*, *c*, Figg. 1 u. 2; die beiden ersteren *a* und

b verbinden das Innere der Dampfbüchse mit den beiden Enden des Cylinders; die mittlere Oeffnung c steht mit einem Canal in Verbindung, der in einen Condensator oder in die Atmosphäre ausläuft, jenachdem die Maschine mit oder ohne Condensation betrieben wird. Ein hohler Schieber liegt mit seinen Rändern auf dem abgerichteten Boden der Büchse. Nehmen wir zuvörderst an, dass die äussersten Ränder des Schiebers ebenso breit seyen, als die Oeffnungen a und b, und dass der Zwischenraum zwischen diesen Rändern gleich der Entfernung sey, welche die innern Ränder derselben Oeffnungen trennt. Bei dieser Annahme wird die Oeffnung a, bei der in Fig. 1 u. 2 dargestellten Lage, frei seyn; der die Büchse anfüllende Dampf wird in den Cylinder strömen und auf die Fläche F des Kolbens P drücken, während der hinter dem Kolben liegende Theil des Cylinders durch die Oeffnung b, die Höhlung des Schiebers und die Oeffnung c mit dem Condensator in Verbindung stehen wird. Lässt man nun den Schieber in der Richtung von z' v' vorrücken und zwar um eine Grösse, die der Breite von einer der Oeffnungen a und b gleich ist, so werden diese beiden Oeffnungen zu gleicher Zeit durch die Ränder j, j' bedeckt werden, und in dieser Stellung wird der Cylinder sowohl von dem Kessel, als von dem Condensator abgeschlossen. Wenn endlich der Schieber noch in derselben Richtung z', v' um eine der Breite der Oeffnungen a und b gleiche Länge vorrückt, so wird die Oeffnung b frei werden. Der Dampf aus der Büchse wird auf die Fläche F' des Kolbens drücken, während der Theil des Cylinders, welcher vor dem Kolben liegt, mit dem Condensator c in Verbindung steht. Wir wollen die drei Stellungen des Schiebers, welche wir hier angedeutet haben, mit den Nummern 1, 2 u. 3 bezeichnen und annehmen, dass der Kolben am Ende E des Cylinders und der Schieber in der Stellung Nr. 1 befindlich sey. Der Kolben wird alsdann durch den, durch die Oeffnung a einströmenden Dampf von E nach E' getrieben werden, während auf die hintere Fläche nur der Druck des verdünnten Dampfes wirkt, welcher zum Condensator strömt. Die durch die Trägheit des Schwungrades und der ganzen mit ihm verbundenen Masse gedrehte Welle A wird sich fortwährend in derselben Richtung drehen, z. B., in der, welche durch den Pfeil x, y angegeben worden ist. Nachdem der Kolben an das Ende seines Laufs gelangt seyn wird, und sobald die Kurbel den todten Punct überstiegen hat, d. h. den, bei welchem die Tangente der Peripherie, die er beschreibt, senkrecht auf der Kolbenstange steht, wird der Druck des Dampfes auf den Kolben in der Richtung der stattfindenden Bewegung wirken. Der Schieber d könnte unbeweglich bleiben, bis dass der Kolben fast bis an das Ende seines Laufes gelangt wäre. In dem Augenblick, in welchem dieser einige Millimeter von dem Boden E entfernt seyn wird, wollen wir annehmen, dass sich der Schieber in der Stellung 3 befinde, in welche er nothwendig durch die Stellung 2 geht. Es wird ein Moment stattfinden, in welchem der Cylinder gänzlich von dem Kessel und von dem Condensator abgeschlossen seyn wird. Der Dampf wird demnach aufhören, durch die Oeffnung a in den Cylinder ein- und durch die Oeffnung b auszuströmen. Während dieser Zeit wird die drehende Bewegung in derselben Richtung durch die Trägheit der Massen und durch die erlangte Geschwindigkeit beibehalten werden. Die Kurbel wird den zweiten todten Punct übersteigen. Unmittelbar darauf wird der Dampf durch die Oeffnung b aus der Büchse in den Cylinder strömen und auf die hintere Fläche des Kolbens drücken, während der Dampf, welcher zwischen dem vorderen Cylinderdeckel E und dem Kolben befindlich ist, durch die Oeffnung a in den Condensator strömen wird. Der Dampfdruck wird daher in

der Bewegungsrichtung wirken, bis der Kolben ganz in die Nähe des Cylinderdeckels *E* gelangt seyn wird. Der alsdann in die Stellung 1 zurückkommende Schieber *t*, nachdem er über die Stellung 3 hinweggegangen ist, wird eine neue Periode der Bewegung, gleich der vorigen, beginnen. Die abwechselnde geradlinige Bewegung des Kolbens und die fortdauernde kreisförmige Bewegung der Schwungradswelle können demnach durch einen einfachen Schieber unterhalten werden, der aus der Stellung 1 zu der Stellung 3 übergeht und aus dieser in jene zurückkehrt, wenn der Kolben an die Enden *E'* und *E* seines Laufs gelangt seyn wird.

Der Vertheilungsschieber wird aber an den beiden Enden des Kolbenlaufs nicht plötzlich aus seiner Stellung gebracht, wie wir es angenommen haben. Er erhält eine abwechselnde geradlinige oder hin- und hergehende Bewegung durch eine an der Schwungradswelle angebrachte excentrische Scheibe.

Schieber-Excentricum. Die Figg. 1 u. 2 stellen eine der am Häufigsten gebrauchten Vorrichtungen dar. *e* ist ein Excentricum oder eine excentrische Scheibe, d. h., ein kurzer, mit der Welle *A* fest verbundener Cylinder, dessen Mittelpunct *o* von der Achse der Welle um eine Länge *A* und *o* entfernt ist. Die Excentrikstange *D D* endigt in einen Ring, welcher das Excentricum umfasst und auf der andern Seite in den Griff *b*. Sie hat in der Nähe dieses zweiten Endes einen Einschnitt oder eine halbcylindrische Vertiefung, mit welcher sie über den Knopf *k* eines Hebels oder eines kleinen Balanciers *k h*, der an einer horizontalen Welle *gg'*, Figg. 1, 2 u. 4, sitzt, greift; diese Welle ist mit einem Arme versehen, welcher in das Loch *u*, Fig. 2, tritt, welches an dem Ende der Stange *d* befindlich ist, die mit dem Schieber *t* verbunden ist, und durch die Wand der Büchse *C* mittelst einer Stopfung *w* geht. Der Hebel *k h* ist mit einem zweiten Knopf *h'* versehen, der dem ersten *k* gleich ist, und in gleicher Entfernung, als dieser, von der horizontalen Welle *g g'* liegt, und in einen Griff *h* ausläuft, so dass man ihn mit der Hand bewegen kann. Nach dieser Einrichtung ist es klar, dass der Mittelpunct des Ringes von der Stange *TT*, welcher stets mit dem Mittelpuncte des Excentricums zusammenfällt, bei jeder Umdrehung der Schwungradswelle einen Kreis beschreibt, dessen Durchmesser gleich der doppelten Excentricität *A* und *o* ist. Das zweite Ende der Stange, welche auf den Knopf *k* des Hebels *k h* ruht, nimmt diesen Hebel mit sich und theilt der Welle *g g'*, auf welcher derselbe befestigt ist, eine hin- und hergehende kreisförmige Bewegung mit. Die Schieberstange erlangt durch den Arm, welcher in das Loch *u* tritt, eine hin- und hergehende geradlinie Bewegung durch die Wand der Büchse *C*. Die Dimension und die Einrichtung des Excentricums, seiner Stange und des Hebels *k h* müssen so seyn, dass der ganze Weg des Schiebers gleich der Summe der Breiten der Oeffnungen *a* und *b* und der entsprechenden Ränder des Schiebers ist, dass der Schieber zu gleicher Zeit durch seine Ränder die beiden Oeffnungen *a* u. *b* bedeckt, jedesmal, wenn der Kolben an eines der Enden seines Laufs gelangt ist, und diese Oeffnungen schnell entblösst, sobald ein Lauf nach umgekehrter Richtung begonnen hat, nämlich die Oeffnungen, welche die beiden, durch den Kolben getrennten Theile des Cylinders, die eine mit dem Innern der Büchse *C*, und die andere mit dem Raum unter dem Schieber und mit dem Condensator in Verbindung setzen. Diese Bedingungen sind in den Figg. auf Taf. 39 erfüllt. Man wird zuvörderst bemerken, dass der Mittelpunct *A* der Schwungradswelle in der Verlängerung der Achse des Cylinders und der Kolbenstange liegt. Die Ebene des Bodens der Büchse *C*, auf welcher der Schieber geleitet ist, ist parallel der Ebene,

welche die Achse der Schwungradswelle und der Welle $g\ g'$ enthält. Da die Excentrikstange $D\ D$ im Verhältniss zu den Armen $g\ k'$ des auf der Welle $g\ g'$ befestigten Hebels ist, so bleibt die Achse dieser Stange im Wesentlichen sich selbst gleich. Die abwechselnde kreisförmige Bewegung der Welle $g\ g'$ ist übrigens gering, und folglich beschreibt der Knopf k, auf welchem die Stange ruht, einen Kreisbogen, dessen Sehne, welche im Wesentlichen parallel mit dem Boden der Büchse C ist, fast gleich dem Doppelten der Excentricität $A\ o$; diese ist gleich der Breite von einer der Oeffnungen a und b, und die Grösse einer jeden Bewegung des Schiebers gleich der Bewegung der Knopfes k, sowie auch gleich der zweifachen Breite von einer der Oeffnungen a u. b, oder der doppelten Excentricität $A\ o$, wobei jedoch der geringe Einfluss der Schiefe der Achse von der Stange $D\ D$ unberücksichtigt bleibt, auf welche man dennoch bei dem Bau der Maschine Rücksicht nehmen muss. Auf der anderen Seite ist das Excentricum e so auf der Welle befestigt, dass die Linien der Excentricität $A\ o$ senkrecht auf der Kurbelachse $A\ M$ steht. Es folgt daraus, dass, wie man in Fig. 1 sieht, der Schieber t an dem Ende seines Laufs ist, wenn der Kolben die Mitte des seinigen erreicht hat (wobei man die Schiefe der Kurbelstange B unberücksichtigt lässt), und umgekehrt. Diess vorausgesetzt, wollen wir annehmen, dass sich die Welle A in der durch den Pfeil $x\ y$ angedeuteten Richtung dreht, der Kolben P von E nach E' in der von dem Pfeile $z\ v$ angegebenen Richtung vorwärts geht. Der Schieber t ist an der äussersten Gränze seines Laufs. Die Oeffnung a ist offen, so dass der Dampf aus dem Kessel einströmen kann. Der hinter dem Kolben befindliche Dampf strömt durch die Oeffnung b in den Condensator c. In dem Maasse, als der Kolben P in dem Cylinder über die in der Fig. angegebene Stellung hinaus vorrückt, so treibt das Excentricum die Stange $D\ D$ nach dem Cylinder zu, die Welle $g\ g'$ dreht sich in der durch den Pfeil $x'\ y'$ angegebenen Richtung, der Schieber wird demnach in der durch den Pfeil z', v' angedeuteten Richtung nach dem vordern Ende der Büchse gezogen. Die Oeffnung b beginnt, durch den Rand j' bedeckt zu werden, und die Oeffnung a durch den Rand j. Die fortschreitende Bewegung des Schiebers ist alsdann sehr langsam, denn der Mittelpunct o des Excentricums beschreibt einen Kreisbogen, dessen Tangente fast senkrecht auf der Schieberstange steht. Diese fortschreitende Bewegung in der Richtung von $z'\ v'$ wird in dem Maase beschleunigter, als der Kolben P sich dem Boden E' des Cylinders nähert, und die Kurbelachse M der verlängerten Richtung der Cylinderachse. Wenn diese Stellung erreicht ist, steht die Excentricitätslinie $A\ o$ senkrecht, der Schieber ist in der Richtung von $z'\ v'$ um eine Grösse vorgerückt, die gleich der Excentricität ist, er befindet sich in der Stellung 3 und bedeckt zu gleicher Zeit durch seine Ränder die Oeffnungen a und b. Die Trägheit des Schwungrades nimmt die Welle A mit sich, die Kurbel M übersteigt den todten Punct, der Kolben beginnt zurückzugehen, zu gleicher Zeit setzt der Schieber t seinen Weg in der Richtung von $z'\ v'$ fort, und seine fortschreitende Bewegung ist alsdann so rasch, als möglich, indem der Mittelpunct o des Excentricums einen Kreisbogen beschreibt, dessen Tangente der Schieberstange parallel ist. Die Oeffnung b ist daher frei, so dass Dampf einströmen kann, der auf die Fläche F' des Kolbens drückt, während die Oeffnung a ebenfalls zum Ausströmen des Dampfes, welcher den vordern Theil des Cylinders anfüllt, frei ist, so dass er zum Condensator gehen kann. Der Schieber t wird sich alsdann in der Richtung von $z'\ v'$ zu bewegen fortfahren, und es wird diese Bewegung immer

mehr und mehr verzögert werden, bis der Kolben von Neuem bei seiner rückgängigen Bewegung die Stellung erreicht hat, welche in Fig. 1 dargestellt worden ist. Die Welle *A* hat alsdann eine halbe Umdrehung gemacht. Der Schieber wird an das vordere Ende seines Laufs gelangt seyn. Die Oeffnung *b* wird alsdann vollständig frei seyn, um den treibenden Dampf auf der Seite *E'* des Cylinders eintreten zu lassen, während die Oeffnung *a* ebenfalls gänzlich frei seyn wird, um den Dampf, welcher noch auf der Seite *E* in dem Cylinder befindlich ist, unter den Schieber gelangen und durch die Oeffnung *c* ausströmen zu lassen. Der Kolben setzt seinen Weg nach *E* fort, der Schieber nimmt eine Bewegung an, welche entgegengesetzt von der durch den Pfeil *z' v'* angegebenen ist, und beginnt mit einer sehr langsamen Bewegung die Oeffnungen *a* und *b* zu bedecken. Seine Bewegung wird sich beschleunigen, bis die Oeffnungen gänzlich bedeckt seyn werden, welches genau der Fall seyn wird, sobald der Kolben in *E* angelangt ist und die Welle *A* $\frac{3}{4}$ von einer Umdrehung in der Richtung von *x y*, ausgehend von der Stellung der Kurbel in der Figur, zurückgelegt haben wird. Die drehende Bewegung wird demnach stets in derselben Richtung fortgehen.

Umkehrung der Bewegung in dem Falle, dass das Schieberexcentricum auf der Schwungradswelle befestigt worden ist. Wir wollen jetzt annehmen, dass man die Richtung der rotirenden Bewegung in dem Augenblicke wechseln wolle, in welchem der Kolben *P* in der Stellung befindlich ist, wie sie die Figg. 1 und 2 bezeichnen. Der Maschinenwärter wird alsdann mit einer Hand den Griff *p* der Excentrikstange *D D* ergreifen, wird dieselbe heben und dadurch den Knopf *k'* von dem Einschnitte befreien. Indem er nun mit der andern Hand den Griff *h* des Hebels *k h* ergreift und denselben rasch dreht, wird auch das ganze System der Welle *g g'*, in der Richtung *x' y'* gedreht. Der Schieber wird dadurch sehr rasch an das andere Ende seines Laufs gebracht; der Dampf wird auf die Seite *E'* des Cylinders einströmen, wogegen der auf der andern Seite befindliche nach dem Condensator strömen wird. Der Dampf wird daher mit der ganzen Kraft, welche er in dem Kessel besitzt, dahin wirken, um die jetzige Bewegung des Kolbens *P* in der Richtung von *z v*, sowie auch die der Welle *A*, zu verhindern. Im Allgemeinen stimmt diese Wirkung des Dampfes mit den auf die Welle wirkenden Widerständen überein, so dass die erlangten Geschwindigkeiten bald aufgehoben seyn werden, und das ganze System eine Bewegung in entgegengesetzter Richtung erlangen wird. Der Maschinenwärter, der die Stange *D D* stets gehoben hält, hebt den Griff *p'* über den Knopf *k'* und lässt auf demselben die Stange *D D* ruhen, deren Einschnitt darauf in Folge der rückgängigen Bewegung des Schwungrades eingreift. Der Maschinenwärter kann übrigens auch, wenn es erforderlich ist, den Knopf dadurch, dass er den Griff *p* ergreift, in diesen Einschnitt zurückführen. Es wird nun die entgegengesetzte Bewegung von der, welche zuvörderst stattfand, durch die Wirkung des Schieberspiels stets fortgehen. Wirklich nimmt bei gleichen Stellungen des Kolbens *P* der Schieber *t*, im Verhältnisse zu seiner mittlern Stellung, symmetrisch entgegengesetzte Stellungen an, jenachdem dieser Schieber durch die Excentrikstange *D D*, mittelst des Knopfes *k*, oder mittelst des Knopfes *k'* geführt wird.

Damit das oben beschriebene Manöver leicht auszuführen sey, ist es nothwendig, dass die Stange *D D* zum Theil durch ein Gegengewicht im Gleichgewicht erhalten werde: *f*, in den Figg. 1 u. 2, stellt zu dem Ende eine Gabel dar, welche in eine Ei-

senstange ausläuft, auf der das Ende der Stange in der Nähe des Einschnitts und des Griffes *p* ruht. Diese Stange sucht die Excentrikstange aufzuheben, oder sie vielmehr zu unterstützen, und zwar durch die Wirkung eines Gegengewichts, welches unter der Sohle des Maschinenraumes angebracht werden kann, um daselbst nicht zu stören. Ein Gegengewicht *q* ist auch an der Verlängerung der Welle *g g'* angebracht, um den Hebeln *kk'* und *h* und dem Theil der Welle das Gleichgewicht zu halten, welcher sich über das Support *n*, Figg. 2 u. 4, hinauserstreckt. *S*, Figg. 1 u. 2, ist ein festes Support, das in ein Auge ausläuft, in dem sich die Kolbenstange *T T* bewegen kann, die zu dem Ende über die Querstange hinaus verlängert, und an welcher der Bügel befestigt ist, welcher die Kurbelstange *B* endigt. Fig. 4 ist ein Aufriss von dem vordern Theile des Cylinders, nach einer auf der Kurbelstangenachse senkrecht stehenden Ebene, damit man die einzelnen Theile der Welle *g g'* und des ganzen davon abhängenden Systems sehen könne. Fig. 3 ist ein Durchschnitt senkrecht auf der Cylinderachse, welcher den Querdurchschnitt des Schiebers zeigt, sowie auch der Canal, welcher den Dampf aus dem Kessel in die Büchse *c* und unter dem Schieber weg zum Condensator führt.

Andere Einrichtung zur Umkehrung der Bewegung mittelst eines Excentricums, welches auf der Schwungradswelle leer geht. Zuweilen wendet man, statt das Ende der Excentrikstange von einem Knopf auf den andern zu legen, wenn man die rotirende Bewegung wechseln will, die in den Figg. 5, 6, 7 und 8 angewendete Einrichtung an, welche bei den Maschinen der Dampfböte gebräuchlich ist. Das Excentricum *e*, Fig. 5, geht leer um die Welle *A*, d. h., es kann sich frei um dieselbe drehen, mit welcher es nicht unveränderlich befestigt ist, so dass sich die Welle in der Oeffnung des Excentricums drehen kann, während dasselbe unbeweglich ist. Bei dem Gange der Maschine nimmt das Excentricum an der rotirenden Bewegung der Welle Theil, weil eine Erhöhung *a a'* gegen eine Erhöhung *b b'* an der Welle tritt. Diese Erhöhungen sind Theile von Ringen, von rechtwinkligem Querdurchschnitt, deren Achsen mit der der Welle zusammenfallen. Ihr Ganzes *a' b'* nimmt eine halbe Peripherie, theils auf der Welle, theils auf dem Excentricum, ein. Wenn sich demnach die Welle in der Rictung des Pfeiles *x y* dreht, so wird die Erhöhung *a a'* des Excentricums bei *a* durch die Erhöhung *b b* gestossen; und wenn die Richtung der Drehung der Welle verändert würde, so bliebe das Excentricum unbeweglich oder würde wenigstens von der Welle nicht eher herumgedreht, als nach einer halben Umdrehung der letztern, indem die Erhöhung *b b'* mit ihrem Ende *b'* gegen das Ende *a'* der Erhöhung *a a'* stossen würde. Man bemerkt, dass eine Masse *V*, von derselben Gestalt, wie das Excentricum, aber symmetrisch angebracht, mit diesem Excentricum so verbunden ist, um auf der Achse der Welle im Gleichgewichte zu stehen, d. h., dass der Schwerpunct des ganzen Systems des Excentricums und der mit demselben fest verbundenen Masse *V* sich auf der Achse der Welle *A* befinden. Diess vorausgesetzt, wollen wir annehmen, dass die Erhöhungen an der Welle und an dem Excentricum die Stellung, wie in Fig. 5, haben, dass der Einschnitt der Stange auf den Knopf *k* des Hebels *k h'* Fig. 1, liegt, dass der Kolben *P* in der Mitte seines Laufs sey, und von *E* nach *E'* gehe, während der Schieber *t* am Ende des seinigen ist. Die Welle dreht sich in der Richtung des Pfeiles *x y*. Will man nun die Richtung der Rotation verändern, so muss der Maschinenwärter die Stange *D D* heben, so dass sie von dem Knopfe *k* frei wird. Die Figg. 5 u. 6 stellen einen Mecha-

nismus dar, der am Ende der Excentrikstange zur Erleichterung dieses Manövers angewendet wird, und den man am Bord der Dampfschiffe gebraucht. Ein Hebel *c* ist um einen Bolzen *d* beweglich, der am Ende der Excentrikstange befestigt ist. Ein Haken *f*, von welchem ein Theil aus Gussstahl besteht, steht mit dem Hebel in Verbindung und tritt in ein länglich viereckiges Loch, welches in der Excentrikstange über dem Einschnitt angebracht ist. Wenn der Hebel die in Fig. 6 dargestellte Stellung hat, so füllt der nach Unten gebogene Theil des Hakens *f* gänzlich den Einschnitt aus, wie man bei 1 sieht. Der Hebel *c* ist übrigens an seinem Ende *n* mit einem Kreissector *l m n* versehen, der in dem länglich viereckigen Einschnitte am Ende der Excentrikstange eintritt und unten in einem Griff *m* endigt. Eine Feder erhält den Winkel in *n* geöffnet, und alsdann tritt eine Erhöhung *y* an der äussern Seite des Sectors auf den Rand des Einschnittes am Ende der Excentrikstange und erhält das ganze System in der in Fig. 6 dargestellten Stellung. Der Bügel unter der Excentrikstange erhält dieselbe auf dem Knopf, welcher mit einem hervorstehenden Rande versehen ist. Die Excentrikstange gleitet alsdann auf dem Knopfe hin und her, ohne dass derselbe in den Einschnitt treten könnte. Will nun der Maschinenwärter die Excentrikstange wieder eingreifen lassen, so ist es hinreichend, den Haken bei *y* zu lösen, indem er auf den Griff *m* wirkt, und indem er den Winkel *d, n, l* vermindert. Der Hebel fällt sogleich durch sein Gewicht nieder, das Hakenende geht aus dem Ausschnitt, und das ganze System ist in der in Fig. 5 dargestellten Stellung. Die Fig. 7 stellt den Haken und den Hebel von zwei Seiten dar. Die Fig. 8 zeigt den Sector mit dem Griff *m* nebst dem Haken y von zwei Seiten.

Kommen wir nun auf das Manöver der Umkehrung der Bewegung zurück. Nachdem der Maschinenwärter den Knopf des Balanciers *k h* aus dem Einschnitte gelös't hat, indem er den Haken *f*, mittelst des Hebels *d c n*, in denselben eintreten liess, fasst er zu gleicher Zeit den Griff *h*, Figg. 1 u. 4, von dem Hebel *k h* und stösst ihn so, um den Schieber *t* auf das entgegengesetzte Ende seines Laufs zu bringen. Der Kolben wird durch den Dampfdruck und die Einwirkung der Widerstände aufgehalten, geht darauf zurück, und die Schwungradswelle nimmt eine entgegengesetzte Bewegung an. Wenn der Kolben bei seiner rückgängigen Bewegung auf dem Boden *E* des Cylinders angelangt ist, so hat die Schwungradswelle eine Viertelumdrehung in umgekehrter Richtung gemacht; der Maschinist führt alsdann mit der Hand den Schieber in seine ursprüngliche Stellung zurück, so dass der Dampf in zweckmässiger Richtung anlangt, damit die umgekehrte Drehung der Schwungradswelle sich erhalte. Gleich darauf lös't er den Haken *f* auf, und es folgt daraus, dass der Einschnitt der Stange den Knopf *k* von selbst ergreift, sobald die Schwungradswelle eine halbe Umdrehung gemacht hat; alsdann stösst aber die Erhöhung *b b'* gegen die Erhöhung *a a'* auf der Seite von *a'*. Die Stellung des Kolbens, des Schiebers, des Excentricums, sind genau dieselben, als in dem Augenblicke, in welchem man das nothwendige Manöver zur Umkehrung der Bewegung begonnen hat. Die Schwungradswelle allein hat eine halbe Umdrehung in der Richtung der umgekehrten Bewegung gemacht, und die Kurbelachse *M* befindet sich 180 Grad von ihrer anfänglichen Stellung. Indem nun von da das Excentricum von der Welle geführt worden ist, so ist es auch klar, dass die Richtung der Bewegung fortdauert, bis sie von Neuem verändert wird. Selten ist bei Fördermaschinen, deren Bewegung man durch das zuletzt beschriebene Mittel umkehrt, die Excentrikstange mit dem untern Bügel und

mit dem Mechanismus versehen, der zur Ein- und Auslösung dient. Gewöhnlich lös't der Maschinenwärter den Knopf, indem er die Stange hebt und sie auf einen besondern Support legt, welche die Verlängerung der Welle gg' selbst seyn kann. Er führt alsdann mit der Hand, indem er an dem Griffe h des Hebels kh wirkt, die Stange, während die gefüllte Tonne über Tage anlangt, die man alsdann durch eine leere Tonne ersetzt, und bis man ihm das Zeichen giebt, eine andere gefüllte Tonne aufwärts gehen zu lassen. Da die Bewegung alsdann umgekehrt ist, so legt er die Excentrikstange von Neuem auf den Knopf k, bis dass die Bewegungsrichtung von Neuem umgekehrt werden muss.

Mängel der Dampfertheilung durch einen einfachen Schieber. Es sind diess die Einrichtungen und das Verfahren mit den Schiebern und Excentriken bei den ältesten mit Schiebern versehenen Maschinen. Es bleibt bei diesem System der Cylinder in Verbindung mit der Dampfbüchse und dem Kessel bis an's Ende des Kolbenlaufs, und im Moment, wo dieser Lauf vollendet ist, öffnen sich die Verbindungen, einerseits nach dem Condensator, und andererseits nach dem Kessel zu. Folgendes sind die Mängel dieser Vertheilung: 1) Gestattet sie nicht die Benutzung der Expansion des Dampfes, welcher mit vollem Druck, während der ganzen Ausdehnung seines Laufs, auf den Kolben wirkt; 2) da die Verbindung mit dem Condensator erst in dem Augenblicke beginnt, in welchem der Kolben einen Lauf vollendet, um einen entgegengesetzten zu beginnen, so ist die Verdichtung des Dampfes nicht schnell genug, als dass der Kolben von Seiten des Dampfes nicht eine Gegenpressung erleiden sollte, die, obgleich sie abnimmt, dennoch bedeutend genug bleibt, um einen sehr bemerkbaren Widerstand während des ersten Theils von dem Kolbenlaufe zu entwickeln; 3) wenn der Kolben zu den Gränzen seiner Läufe gelangt und die Kurbel der Welle durch die todten Puncte geht, so erleidet der Kolben, da der Cylinder mit Dampf angefüllt ist, den ganzen Druck, den dieser Dampf auf ihn ausüben kann, ohne jedoch vorwärts gehen zu können. Es entstehen daraus bedeutende Einwirkungen auf die Kurbelstange, auf die Kurbel und auf Zapfenlager der Schwungradswelle, Einwirkungen, welche nur dazu dienen können, das System zu erschüttern und die Maschine ohne irgend einen Nutzeffect zu verderben. Die angegebenen Mängel können hin und wieder noch durch einen geringen Fehler bei der Zusammenfügung der Maschine, oder durch irgend eine Störung bei gewissen Theilen derselben, vergrössert werden. So kann aus einem geringen Fehler bei dem Aufkeilen des Excentricums, oder bei dem Spiele der Gelenke des ganzen Systems, welches die Schieber führt, durch eine Verlängerung der Stangen etc. kommen, dass die Eingangs- und Auslassungsöffnungen des Dampfes zu bald, oder zu spät entblösst werden, dass, z. B., der Kolben im Anfange eines Laufs den Druck des Dampfes hinter sich zu überwinden habe, ohne dass er noch durch den Dampf vorwärts gestossen sey. Alle diese Nachtheile sind nach und nach von den Maschinenbauern und Maschinenwärtern wahrgenommen worden. Man wusste übrigens seit langer Zeit, und Watt selbst hatte es selbst bereits bemerkt, dass es in Beziehung auf die Brennmaterialienersparung sehr vortheilhaft sey, die Expansivkraft des Dampfes zu benutzen, indem man sein Volum in dem Cylinder zunehmen liess, ehe er in den Condensator oder in die Atmosphäre ausströmte.

Schieber mit Bedeckung. Man hat einen sehr bedeutenden Vortheil aus der Expansion gezogen und zu gleicher Zeit die oben angegebenen bedeutenden Mängel dadurch verbessert, dass man sehr einfache Veränderungen in der Form des

Schiebers und in dem Festkeilen des Excentricums, welches ihn führt, angebracht hat. Man hat die Ränder des Schiebers breiter gemacht, als die Oeffnungen sind, die sie abwechselnd bedecken oder entblössen sollen. Den leeren Zwischenraum zwischen diesen Rändern hat man gleich dem gelassen, welcher die inneren Ränder der Oeffnungen *a* und *b* trennt. Die Grösse der Bewegungen des Schiebers ist gleich der Summe der Breiten von den Rändern genommen, und endlich ist das Excentricum so auf der Welle festgekeilt worden, dass die Admissionsöffnung für den Dampf in dem Augenblicke entblösst wird, in welchem der Kolben die Gränze seines Laufes erreicht und zurückzugehen beginnt. Die Fig. 9, Taf. 39, stellt diese Einrichtung dar, alle Dimensionen des Cylinders und der Oeffnungen *a*, *b*, *c* sind dieselben, wie in Fig. 1, allein statt dass die Schieberränder eine Breite von 2 Centimeter haben, also gleich der der Oeffnungen *a* und *b*, haben sie eine Breite von 4,42 Centimeter. Der Kolben ist am Ende seines Laufes, in der Nähe des vordern Cylinderdeckels; die Oeffnung *a* wird durch das Einströmen des Dampfes entblösst, während die Oeffnung *b* schon vollständig entblösst ist, um den Dampf ausströmen zu lassen, welcher auf den Kolben während seines Laufes von *E'* nach *E* gedrückt hat.

Herr Fauveau, Ingenieur der königl. franz. Marine, hat ein sehr einfaches Verfahren angegeben, durch welches man sich Rechenschaft von allen Umständen der durch einen Schieber bewirkten Dampfvertheilung geben kann. Es besteht dieses Verfahren darin, eine Curve zu verzeichnen, die zu Abscissen die Entfernungen des Kolbens von dem einen der Enden seines Laufs und als entsprechende Ordinaten die Entfernungen des Vertheilungsschiebers von dem Ende seines Laufs auf derselben Seite hat. Die Längen der Abscissen und der Ordinaten können auf einer schon vorhandenen Maschine aufgenommen und die Curve durch Puncte verzeichnet werden. Es wird diess nothwendig in allen Fällen eine geschlossene Curre seyn, eingeschrieben in ein Rechteck, dessen Seiten die Längen der Läufe von dem Kolben und dem Schieber seyn werden. Man bemerkt auf der Seite des Rechtecks, die gleich dem Laufe des Schiebers ist, den entsprechenden Punct der Stellung, wobei der Rand des Schiebers zur Admission des Dampfes eine der Oeffnungen frei macht. Es ist alsdann hinreichend, die Dimensionen des Schiebers von einem jeden seiner Ränder und des sie trennenden hohlen Zwischenraums, sowie des Bodens der Dampfbüchse von den beiden Admissions- und Ausgangsöffnungen *a* und *b* und des sie trennenden Zwischenraums genau gemessen zu haben, damit der Riss unmittelbar die Grössen der zum Aus- und Einströmen des Dampfes unbedeckten Oeffnungen, an irgend einem Puncte des Kolbenlaufes, nachweise.

Bei der in Figg. 9, Taf. 40, dargestellten Einrichtung, und wenn man den Einfluss von der Schiefe der Kolben- und der Excentrikstange unberücksichtigt lässt, wohin man gelangt, wenn man die Längen dieser Stangen unverhältnissmässig weit bedeutender annimmt, als die respectiven Längen der Kurbel an der Schwungradswelle und des Hebels, welcher dem Schieber die Bewegung mittheilt: so ist die fragliche Curve eine Ellipse, deren Mittelpunct mit dem des eingeschriebenen Rechtecks zusammenfällt, und dessen Achsen mehr oder weniger zu den Seiten dieses Rechtecks geneigt sind, je bedeutender der Ueberschuss der Breite der Schieberänder gegen die der Oeffnungen, oder die sogenannte Bedeckung, ist. Eine weitere theoretische Ausführung dieses Gegenstandes würde uns jedoch offenbar zu weit führen, und wir sehen uns daher genöthigt, uns auf einige theoretische Bemerkungen zu beschränken.

Brennmaterialersparung, welche aus der Benutzung der verbesserten Schieber hervorgeht. Bei den Maschinen der Dampfschiffe und der Locomotiven hat man diese Schieberventile mit Bedeckung oder mit Voraneilen schon lange angewendet; die Erfahrung hat bewiesen, dass diese Einrichtung eine bedeutende Brennmaterialersparung zum Zweck hat. Diese Ersparung erfolgt nicht allein dadurch, dass man die Expansivkraft des Dampfes benutzt, sondern auch dadurch, dass, da das Ausströmen des Dampfes eher erfolgt, als der Kolben an die Gränze seines Laufs gelangt ist, vor dem Anfange des folgenden Laufs, hinter dem Kolben eine weit vollständigere Leere entsteht, so dass der Kolben einen bei Weitem geringern Widerstand zu erleiden braucht. Bei den neuesten Maschinen sind die Ränder des Schiebers so regulirt, dass der Dampf bei $\frac{7}{10}$ des Kolbenslaufs abgesperrt wird. Bei den Schiffsdampfmaschinen ist das Excentricum so aufgekeilt, dass die Admission des Dampfes mit dem Anfange des Laufes zusammenfällt. Bei den Locomotiven keilt man das Excentricum auf solche Weise fest, dass der Dampf ein Wenig vor dem Zeitpuncte zugelassen wird, zu welchem der Kolben seinen Lauf vollendet hat. Ueberall da, wo Brennmaterialersparung von Wichtigkeit ist, wird es zweckmässig seyn, zur Förderung Maschinen anzuwenden, welche mit Schiebern von breiter Bedeckung versehen sind. Wir rathen, das Einströmen des Dampfes bei $\frac{7}{10}$ des Kolbenlaufs abzusperren, den Dampf zu Anfang des Kolbenlaufs einströmen zu lassen, und weder eine innere Bedeckung, noch eine innere Entblössung zu haben. Die in Fig. 9, Taf. 39, angegebenen Dimensionen entsprechen diesen Bedingungen. Wir haben den Oeffnungen zum Aus- und Einströmen des Dampfes einen Querschnitt gegeben, der $\frac{1}{20}$ von dem geraden Querschnitte des Cylinders beträgt, welches hinreichend ist. Der gerade Querschnitt der Röhren, welche den Dampf herbeiführen, muss wenigstens gleich dem der Oeffnungen *a* und *b* seyn. Endlich muss die Oeffnung *c*, welche zum Condensator führt, wenigstens $\frac{1}{15}$ von dem geraden Durchschnitte des Cylinders betragen, und die zum Condensator führenden Röhren müssen ebenso weit, oder zweckmässiger noch weiter seyn.

Einrichtungen der Erhöhungen an dem Excentricum und der Welle bei Schiebern mit Bedeckung. Wenn der Schieber mit Bedeckung wirkt, so muss, wie wir sahen, das Excentricum so auf die Welle angebracht werden, dass der Excentricitäts-Halbmesser mit der senkrecht auf der Kurbelachse stehenden Linie einen Winkel *a* bildet, dessen Sinus, in dem Kreise gemessen, dessen Halbmesser die Excentricität ist, gleich der Breite der Bedeckung ist. Nimmt man demnach an, dass der Dampf bei $\frac{7}{10}$ des Kolbenlaufs abgesperrt werden soll, so erhält man:

$$\text{Sinus } q = \frac{1{,}211}{2.211} = 0{,}547.$$

Dieser Sinus entspricht 33° 10′, welches das Winkelvoreilen des Excentricums seyn wird. Wenn demnach die Excentrikstange die Bewegung der Schieberstange mittelst eines Balanciers *k g* mittheilt, wie diess in der Fig. 9 dargestellt worden ist, so muss die Linie *A o* der Excentricität mit der Kurbelachse einen Winkel von 90 Grad — 33° 10′ = 56° 50′ machen, welcher Winkel in einer umgekehrten Richtung von der durch den Pfeil *x y* angegebenen rotirenden Bewegung gerechnet werden muss. Wenn die Excentrikstange die Bewegung der Schieberstange unmittelbar mittheilte, so müsste die Excentricitätslinie mit der Kurbelachse offenbar einen Winkel von 90° + 33° 10′ = 123° 10′, in der Richtung der drehenden Bewegung gerechnet, machen. Es folgt daraus, dass man bei einer, mit einem voraneilenden Schieber ver-

sehenen Maschine die Richtung der Bewegung nicht dadurch umändern kann, indem man die Excentrikstange von einem Knopfe *k* auf einen andern Knopf *k'* legt, der in gleicher Entfernung von der andern Seite der Achse eines Balanciers *k g* angebracht ist, wie diess bei den Maschinen bei einfachem Schieber ohne Bedeckung geschieht, ähnlich der, welche in Fig. 1, Taf. 39, dargestellt worden ist. Verfährt man auf dieselbe Weise mit den Maschinen, die einen Schieber mit Bedeckung haben, so würde man eine sehr mangelhafte Dampfvertheilung erreichen. Wirklich, wenn die Kurbelwelle sich in einer entgegengesetzten Richtung von der drehte, wie sie der Pfeil *x y*, Fig. 9, Taf. 39, bezeichnet, und wenn die Stange die Bewegung dem Schieber unmittelbar mittheilte, so würde dieser, in dem Augenblicke, in welchem der Kolben *P* an das Ende seines Laufes *E* gelangte, der Stellung voraus seyn, die er in der Fig. hat, und zwar, um das Doppelte der Bedeckung $r = n'\ o$. Er würde demnach die Stellung einnehmen, welche auf Fig. 9 mit punctirten Linien angedeutet worden ist. Man ersieht daraus, dass die Oeffnung *a* in Verbindung mit der Höhlung des Schiebers ist, während die Oeffnung *b* noch gänzlich von dem hintern Rande des Schiebers bedeckt seyn würde. Die Dampfertheilung würde daher gänzlich verkehrt seyn. Der Dampf würde nur in dem Augenblick auf den Kolben strömen, in welchem er bei dem regelmässigen Gange abgesperrt ist, d. h. bei $\frac{7}{10}$ seines Laufs. Am Ende des Laufs würde er vollständig abgesperrt seyn. Das Ausströmen des Dampfes hinter dem Kolben würde nur alsdann beginnen, nachdem er $\frac{8}{10}$ seines Laufs vollendet hat, und würde aufhören, wenn ihm noch soviel Weg zu machen übrig bliebe, um an das Ende seines Laufes zu gelangen.

Folglich muss man für eine Fördermaschine, welche sich ohne Unterschied nach beiden Richtungen drehen muss, zwei Excentrica haben, welche im Verhältnisse zur Kurbelachse symmetrisch auf der Welle festgekeilt sind, und die den Schieber abwechselnd führen, je nach der einen oder der andern drehenden Bewegung der Schwungradswelle. Oder man kann auch nur ein einziges, auf der Welle leer gehendes Excentricum haben, wie die in Fig. 5, Taf. 39, beschriebene Einrichtung zeigt. Jedoch ist es in diesem letzteren Falle nothwendig, dass die an dem Excentricum und an der Welle befestigten Erhöhungen zusammen einen Winkel umspannen, der gleich dem Ueberschuss der vier rechten Winkel ist über die Summe der beiden gleichen, welche die Durchmesser der Rotations-Excentrica in der einen oder der andern Richtung mit der Kurbelachse, zu beiden Seite derselben, machen. So umspannen in Fig. 9, Taf. 39, die beiden Erhöhungen zusammen einen Winkel von $360^\circ - 2 \times 50^\circ 56'$. Ist diess so, so wechselt man, nachdem man den Knopf *k* von der Excentrikstange befreit hat, indem man mit der Hand auf den Hebel *k h* wirkt, die Drehungsrichtung der Welle; dieselbe dreht sich in der Oeffnung des Excentricums um zwei Mal $56^\circ 50'$, ehe die Erhöhung derselben von Neuem gegen die des Excentricums stösst, und die Kurbelachse *A M* bildet alsdann mit dem Radius *A o*, welcher zu dem Mittelpuncte des Excentricums ausgeht, einen Winkel, der gleich *M A o* ist, auf der andern Seite von *A o*, welches die nothwendige Bedingung für die Dampfvertheilung ist, wenn die Rotation in der entgegengesetzten Richtung von der stattfindet, welche durch den Pfeil *x y* angedeutet worden ist. Wäre die Mittheilung des Excentricums auf die Schieberstange direct, so würde aus demselben Grunde der von beiden Erhöhungen zusammen umspannte Winkel $= 360^\circ - 2 \times 123^\circ\ 10' = 113^\circ\ 40'$.

Angabe der neueren Einrichtungen, um bei den Locomotiven eine veränderliche Expansion zu erlangen. Ein einziges Excentricum, welches auf der Welle leer geht und in's Gleichgewicht gebracht ist, wird bei den Dampfböten angewendet. Bei den Locomotiven wendet man dagegen stets zwei Excentrica an, von denen das eine zu der vorwärtsgehenden, und das andere zu der rückgängigen Bewegung dient. Neuerlich hat Herr Stephenson die Enden der Stangen beider Excentrica durch einen Schieber miteinander verbunden, in welchem der Knopf des Balanciers von dem Winkelhebel greift, welcher die Schieberstange führt. Dieser Schieber ist auch mit einem seiner Puncte an dem Ende eines Winkelhebels aufgehängt, der sich um eine horizontale Achse dreht, so dass sich dieser Punct in einem Kreisbogen drehen muss, der in einer horizontalen Achse liegt. Das andere Ende des Winkelhebels ist mit einem Gegengewichte versehen, welches den beiden Excentrikstangen das Gleichgewicht hält. Jenachdem man nun diesen Schieber mehr oder weniger hebt, welches durch Drehung der Welle von dem Winkelhebel geschieht, so greift der Knopf an einem Punct in diesen Schieber, der seinen respectiven Enden näher oder entfernter steht; wenn der Knopf in der Nähe des Endes von der einen Stange eingreift, so ist die Bewegung des Schiebers fast dieselbe, als wenn diese Stange gänzlich unabhängig von der andern wäre; so dass wenn man beide Stangen in eine von den äussersten Stellungen bringt, die sie einnehmen kann, die Maschine zu dem Gange nach vorwärts oder rückwärts eingerückt ist, und die Dampfvertheilung, wie bei den alten Maschinen mit zwei unabhängigen Excentrikern erfolgt. Befindet sich der Knopf in einer mittlern Stellung, so nimmt die Bewegung des Schiebers zu gleicher Zeit an derjenigen Theil, welche sie von den beiden entgegengesetzten Excentriken erlangt hat; die Länge seiner Bewegung wird vermindert, und zwar um so mehr, je entfernter er von den Enden der Stangen, und je näher er der Mitte des sie trennenden Zwischenraums ist. Befindet er sich genau in der Mitte, so ist der Lauf des Schiebers kurz genug, dass die beiden Oeffnungen *a* und *b* stets von dem Schieber bedeckt seyen, so dass der Dampf nicht in den Cylinder strömen kann. Die Maschine geht alsdann ohne Dampfverbrauch, indem sie sich entweder in Folge der erlangten Geschwindigkeit weiter bewegt, oder indem sie eine hinlänglich starke Steigung hinabgeht, so dass die Wirkung der Schwere zur Erhaltung des Ganges von dem Zuge hinreicht. Nimmt der Knopf eine mittlere Stellung zwischen der Mitte und einem der Enden des Schieberstücks ein, so wird die Einlassöffnung des Dampfes um so eher geschlossen, je geringer der Lauf des Schieberventils ist; man benutzt auf diese Weise die Expansion des Dampfes während eines weit grössern Bruches von dem ganzen Laufe; übrigens ist es möglich, für das ganze System und für die Gestalt der Schieberstücke solche Einrichtungen zu machen, dass der Dampf stets vom Anfange des Kolbenlaufs an zugelassen wird. Jedoch würde uns eine vollständige Auseinandersetzung des von einer ganzen Reihe von Ingenieuren auf feststehende und Locomotiv-Dampfmaschinen angewendeten Systems eine der Expansion des Dampfes, die nach dem Willen des Maschinenwärters, oder mit der Geschwindigkeit der Maschine verschieden ist, zu weit von dem Zwecke dieses Werkes entfernen. Wir sind der Meinung, dass keine von diesen Einrichtungen mit Vortheil auf die Förderungsmaschinen angewendet werden könne, indem deren Bewegung nie sehr anhaltend ist, und weil sie sehr häufig verzögert, gänzlich unterbrochen, oder umgekehrt werden muss. Häufig muss sie der Maschinenwärter mit der Hand führen, und es ist daher von der grössten Wichtigkeit, dass die

Mechanismen einfach und leicht zu handhaben seyen. Aus diesem Grunde empfehlen wir bei'm Bergbau die Anwendung der Schieberventile mit Bedeckung, die von einem einzigen Excentricum geführt werden, das auf der Schwungradswelle in's Gleichgewicht gesetzt, und welches durch Erhöhungen am Excentricum und an der Schwungradswelle gewechselt wird; es verwickelt das System der Maschine nicht und gewährt unter allen Umständen eine hinreichende Vollkommenheit.

Eigentliche Expansionsmaschinen. Wir müssen jedoch hinzufügen, dass man mit dem voraneilenden Schieber den Dampf nicht eher absperren kann, als bis der Kolben $\frac{7}{10}$ seines Laufs zurückgelegt hat. Man benutzt demnach die Expansion des Dampfes nur in einem geringen Verhältnisse; wendet man daher Hochdruckmaschinen an, so wird es haushälterischer seyn, den Dampf nur während $\frac{1}{4}$ oder während eines noch geringeren Drucks von dem Kolbenlauf einströmen zu lassen. Man erreicht diesen Zweck durch mehrere Vorrichtungen, von denen eine der einfachsten darin besteht, den Dampf in die Vertheilungsbüchse *C*, Fig. 1, Taf. 39, durch eine Oeffnung gelangen zu lassen, welche sich in dem Augenblicke öffnet, in welchem der Kolben seinen Lauf beginnt, und die sich verschliesst, sobald er den Bruch des Laufs zurückgelegt hat, über welchen hinaus man die Expansion benutzen will. Diese Oeffnung kann übrigens länglich viereckig und in einer ebenen Wand angebracht seyn, welche in den passenden Augenblicken bedeckt oder frei wird, und zwar durch eine massive Platte, welche auf der Wand verschiebbar ist, und die von einem Excentricum oder von einem Hebedaumen an der Schwungradswelle angebracht worden ist. Es kann aber auch eine kreisrunde, sich erweiternde Oeffnung seyn, in welche ein volles Kegelventil passt, welches durch die Einwirkung eines Hebedaumens abwechselnd gezogen, und durch die Einwirkung einer Feder, wenn der Hebedaumen ausser Angriff ist, in die Oeffnung zurückgedrückt wird.

Behandlung und Leitung der Förderungsdampfmaschinen. Der Maschinenwärter muss den Betrieb einer Förderungsmaschine fortwährend beaufsichtigen; er mässigt ihre Geschwindigkeit, indem er mit der Hand das Dampfventil mehr oder weniger verschliesst, welches an der Dampfröhre angebracht ist, oder indem er durch einen Hahn den Canal verengt, durch welchen die Dämpfe ausströmen, oder indem er bei Condensationsmaschinen die Oeffnung verengt, durch welche das kalte Wasser in diesen Apparat gelangt. Die letzteren Mittel sind minder haushälterisch, als die ersteren, wenn es auf die Kohlenersparung ankommt, weil durch dieselben der Druck in dem Condensator vermehrt wird, welcher der Bewegung des Kolbens widersteht, statt das Volum des verbrauchten Dampfes zu vermindern. Der Maschinenwärter muss die Geschwindigkeit in dem Augenblicke vermindern, in welchem die Tonnen am Ende ihres Laufs anlangen, um die Maschine in dem zweckmässigen Augenblicke sicherer anhalten zu können. Wenn die beiden Tonnen, die aufsteigende und die niedergehende, in einem Schacht umgehen, der nicht mit Scheidern versehen ist, so muss er diese Geschwindigkeit auch in dem Augenblicke mässigen, in welchem die beiden Tonnen in dem Schachte nebeneinander durchgehen, um ein Aneinanderstossen zu vermeiden, wodurch Seilbrüche und andere schwere Unfälle veranlasst werden könnten.

Förderseile. Da es nicht unser Zweck seyn kann, hier die vollständige Beschreibung der Dampfmaschine zu geben, so ist es hinreichend, die Mechanismen kennen gelehrt zu haben, wodurch die Richtung der drehenden Bewegung verändert wird, sowie auch das Eigenthümliche bei der Bedienung der Förderungsmaschinen. Wir ge-

hen jetzt zur Einrichtung dieser Maschinen, sowie zur Beschreibung der Körbe und der angewendeten Seile, über.

Die zur Förderung angewendeten Hanfseile sind entweder gewöhnliche runde oder platte Seile, welche den Gurten ähnlich sind. Die runden Seile bestehen aus mehrern dünnern Litzen, Drähte genannt, welche man zusammenwindet. Die flachen oder Bandseile bestehen aus 4—6 nebeneinander liegenden Litzen, die aneinander genäht sind, statt ineinander gewunden zu seyn. Wenn die Litzen zur Bildung des Seils aneinander genäht sind, so lässt man dieselben durch zwei Cylinder durchgehen und ihnen das Ansehen eines dicken Gurts geben, dessen Stärke etwas geringer, als der Durchmesser einer Litze, und die Breite etwas bedeutender, als die Summe der Durchmesser der aneinanderliegenden Litzen, ist. Die runden Seile wickeln sich auf cylindrische oder conische Körbe. Die flachen oder Bandseile wickeln sich in aufeinander folgenden Windungen auf einen cylindrischen Kern, zwischen Rändern, deren Ebene senkrecht auf der Achse des Kerns steht, und deren Entfernung voneinander etwas grösser als die Breite des Seiles, ist.

Endlich hat man seit mehreren Jahren mit Erfolg die hanfenen Seile durch runde Seile von zusammengeflochtenem Eisendraht ersetzt. Dieselben haben bei gleicher Länge und Stärke mit den runden Hanfseilen einen weit geringern Durchmesser und ein weit geringeres Gewicht.

Runde Hanfseile, welche sich auf kegelförmige Körbe aufwickeln. Die Figg. 9, 10 u. 11, Taf. 37, stellen die Einrichtung einer Dampfmaschine vor, welche zur Förderung eines runden Hanfseiles dient, und welche einen kegelförmigen Korb bewegt. Man unterscheidet auf dem Grundrisse, Fig. 9, *A* den Raum für den Kessel, *B* die Maschine, *V* deren Schwungrad, dessen Welle mit einem Getriebe *P* versehen ist, das in ein Rad *R* auf der Welle der kegelförmigen Trommel *T* angebracht ist. Fig. 10 stellt den vordern Aufriss des Gebäudes von der Seite des Förderschachtes dar. *r* und *r'* sind zwei Walzen an der Vorderwand des Gebäudes, welche die beiden von dem Korbe ablaufenden Seile tragen. Sie sind in verschiededenen Höhen angebracht, indem sich das eine Seiltrum auf der obern Seite des Korbes auf- und abwickelt, und das andere unter dem Korbe. Fig. 11 ist eine Bremsvorrichtung.

Flache Hanfseile, welche sich auf Rollen aufwickeln. Wenn man flache Seile anwendet, so sind die cylindrischen oder kegelförmigen Körbe durch zwei Rollen oder Bobinen ersetzt. Eine derselben ist in den Figg. 12, 13 u. 14 dargestellt. Fig. 12 ist ein Durchschnitt durch eine Ebene, welche durch die Achse der Welle geht; die Fig. 13 ist ein Querschnitt durch eine Ebene, die senkrecht auf der erstern steht; Fig. 14 zeigt die Arme, welche die Wangen der Bobine bilden, und zeigt, wie diese hölzernen Arme in die gusseiserne Nabe eingelassen sind. Die in diesen Figuren dargestellte Rolle besteht aus zwei symmetrischen Stücken, die durch Schraubenbolzen miteinander verbunden sind. Ein jedes derselben besteht aus einem cylindrischen hohlen gusseisernen Stücke, begränzt durch eine platte Scheibe, deren Rand hervortritt, und welche mit einem Cylinder zur Aufnahme der Welle versehen ist. Wenn die beiden symmetrischen Stücke aneinander liegen und durch Bolzen, welche durch die beiden hohlen Cylinder gehen, verbunden sind, so bilden sie einen einzigen Cylinder, um den sich das Seil wickelt. Ein Einschnitt *f*, Fig. 13, in der Stärke des Cylinders, dient dazu, das Ende des Seiles in die Höhlung zu führen, welches man dadurch befesti-

gen kann, dass man ein oder zwei Schraubenbolzen *b, b* hindurchgehen lässt. Die Bobine wird auf die Welle durch einen cylindrischen Bolzen befestigt, welcher zur Hälfte in die Welle und zur Hälfte in das Gusseisen tritt; die Arme von Eichen- oder Büchenholz sind mit dem einen Ende gegen die äusseren Flächen der Scheiben befestigt, wie man aus Fig. 14 ersieht. Ein jeder ist mit zwei Bolzen befestigt, von denen der eine durch den Cylinder und der andere durch die hervorstehenden Ränder geht. An ihrem andern Ende sind sie durch einen eisernen Reif vereinigt, der sie in gehöriger Entfernung voneinander hält. Dieser Reif ist nach Innen zu abgerundet, wie man in Fig. 12 sieht, damit der Eingang in die Bobine etwas weiter sey, und das Seil dort nicht hängen bleibe.

Die beiden auf derselben Welle angebrachten Bobinen liegen nothwendig in parallelen Ebenen. Die über dem Schachte hängenden Seilscheiben müssen eine sehr genaue Lage in der Ebene der Bobinen haben. Sie haben übrigens eine flache Kehle, breit und rechtwinkelig, zur Aufnahme des Seiles, dessen man sich bedient.

Die Fig. 15 stellt das Ende des einen Seiltrumes, sowie auch das Ende der eisernen Kette, dar, an welcher die Fördertonne hängt. Das Seil geht in eine platte und länglich viereckige Spange, welche die Kette endigt, biegt sich um die eine Seite dieser Spange, und die beiden nebeneinander liegenden Theile des Seils werden durch zwei Stücke von starkem Blech, deren Seitenränder umgebogen sind, durch Niete, welche durch die doppelte Seilstärke und die Bleche gehen, aufeinander festgehalten.

Die Fig. 16 stellt den Apparat dar, dessen man sich bedient, um die beiden aufeinander liegenden Theile des umgeschlagenen Seiles zwischen den beiden Blechstücken fest aufeinander zu drücken. Er besteht aus einem Quadrat von Eichenholz, in welches auf die Hälfte seiner Stärke eine eiserne Platte eingelassen ist, welche Vertiefungen enthält, die genau den Löchern in den Blechen entsprechen, welche man auf dem Seil befestigen will. Man legt das Seil auf dieses Quadrat, nachdem man vorher die Blechstücke in die gehörige Lage gebracht hat, und drückt das Ganze durch Bolzen und eiserne Querstangen, wie man aus der Figur ersieht. Man treibt die Nägel mit zwei spitzen Köpfen ein, von denen das eine Ende in die Vertiefungen in der Eisenplatte tritt. Darauf lässt man die Schrauben los und vernietet die Köpfe der Nägel, welche man darauf abschneidet oder abfeilt, damit sie nicht hervorstehen.

Auf dieselbe Weise vereinigt man zwei Enden flacher Seile miteinander mittelst einer länglich viereckigen Spange, in welche die beiden zu vereinigenden Theile des Seiles eintreten und sich an den Enden umbiegen.

Theeren der hanfenen Seile. Die runden und flachen Hanfseile, welche man in den Bergwerken anwendet, sind stets getheert, um sie gegen den zerstörenden Einfluss der feuchten Wetter, welche in den meisten Schächten wechseln, sowie gegen den des Wassers, welches sie zuweilen durchdringt, zu sichern. Man giebt ihnen im Allgemeinen eine bedeutend grössere Stärke, damit sie, ohnerachtet ihrer schnellen Zerstörung, eine längere Dauer haben.

Stärke, Gewicht, Tragkraft und Dauer der hanfenen Seile. Zu Rive de Gier wendet man in den 3 bis 400 Meter tiefen Schächten getheerte runde Seile an, welche 54 bis 80 Millimeter im Durchmesser haben und 2,5 bis 3,10 Kilogramm das laufende Meter wiegen. Die Förderungstonnen enthalten 800 Kilogramm Steinkohlen und wiegen leer 230 Kilogr.

Wenn demnach die gefüllte Tonne von dem Tiefsten des Schachtes weggeht, so ist der obere Theil des Seiles mit dem ganzen Gewichte des Seiles belastet, welches bei einem 400 Meter tiefen Schachte ohngefähr 400 × 3 = 1200 Kilogr. beträgt, sowie auch mit dem Gewichte der gefüllten Tonne, welches 1030 Kilogr. beträgt. Die ganze Belastung beträgt demnach 2230 Kilogr.

Die Seile kosten fast 40 Fr. die 100 Kilogr.

Die zu Anzin angewendeten Bandseile sind gewöhnlich 0,115 Meter breit und 0,03 Meter stark. Sie wiegen 4,19 Kilogr. das laufende Meter. Die Tonnen enthalten 6 bis 700 Kilogr. Steinkohlen, und eine jede derselben wiegt leer 130 Kilogr. Die Bandseile kosten etwa 150 Fr. die 100 Kilogr. In sehr tiefen Schächten gebraucht man Seile, welche bis 1,16 Meter breit und 0,037 Meter dick sind, ohne dass man desshalb das Gewicht der Tonnen sehr vermehrt.

In dem sächsischen Erzgebirge wendet man zwei Arten von runden Hanfseilen an. Die schwächsten bestehen aus 288 und die stärksten aus 236 Fäden. Die ersteren wiegen 9,62 Pfund und die zweiten 11,25 Pfund das laufende Lachter, d. h., 2,23 und 2,61 Kilogramm das laufende Meter. Die schwächern Seile werden bei den Pferdegöpeln und die stärkeren bei den Wassergöpeln angewendet. Die bei den letzteren angewendeten Tonnen werden mit etwa 510 Kilogr. belastet; nimmt man nun das Gewicht einer leeren Tonne zu 150 Kilogr. an, so würde der obere Theil des Seiles in einem 400 Meter saiger tiefen Schachte 1704 Kilogr. betragen. Der absolute Widerstand gegen das Zerreissen beträgt 180 Centner = 9180 Kilogr. für die Seile von 288 Drähten, und 220 Centner oder 11,220 Kilogr. für die 336drähtigen Seile. Demnach beträgt die höchste Belastung des Seiles bei seinem Gebrauche $\frac{1}{6}$ bis $\frac{1}{7}$ von dem absoluten Widerstande des neuen Seiles gegen das Zerreissen. In den meisten Fällen ist sie selbst ein weit geringerer Bruch, $\frac{1}{10}$ bis $\frac{1}{12}$ von dem absoluten Widerstande.

Die Dauer der Seile hängt hauptsächlich von dem Schachte ab, in welchem sie gebraucht werden. Wenn dieser Schacht derjenige ist, durch welchen die feuchten und verdorbenen Wetter, nachdem sie in den Bauen gewechselt haben, ausziehen, oder wenn der Schacht so feucht ist, dass das Seil sich in einem stets feuchten Zustande befindet, so beträgt die Dauer desselben nicht mehr als 10 bis 12 Monate, und oft sind sie nach Verlauf von 5 bis 6 Monaten schon abgenutzt.

Wenn dagegen die in dem Schachte wechselnde Luft rein ist, und wenn derselbe auch trocken ist, so kann das Seil bei der stärksten Förderung $1\frac{1}{2}$ bis 2 Jahre dauern.

Veränderungen des Kraftmomentes, welches auf die Seilkörbe wirkt, im Verhältnisse zu dem Gewicht der Seile. Wenn die Förderschächte eine grosse Teufe haben, und wenn man runde Seile anwendet, welche sich in umgekehrter Richtung um cylindrische Körbe wickeln, so verändert das Gewicht der Seile in sehr weiten Gränzen die Summe der Momente der Kräfte, welche tangentiell auf die Körbe wirken. Es erfolgt daraus die Nothwendigkeit, zu gleicher Zeit die Triebkraft zu verändern, eine Nothwendigkeit, welche die nach sich zieht, Maschinen von einer bedeutendere Kraft zu haben, als die ist, welche das Gewicht der gefüllten Fördertonnen erfordert, und welche daher fast immer einen Verbrauch von Triebkraft erfordert, der ausser Verhältniss mit dem Nutzeffect ist.

So muss in einem 400 Meter tiefen Schachte, aus welchem man mit Tonnen fördert, welche 800 Kilogr. enthalten, und die leer 230 Kilogr. wiegen, mittelst Seilen,

von denen das laufende Meter 3 Kilogr. wiegt, wie diess zu Rive de Gier der Fall ist, die Triebkraft in dem Augenblicke, wo die gefüllte Tonne von dem Tiefsten des Schachtes ausgeht, ein Gewicht von 2230 Kilogr. heben, wovon man nur das Gewicht der abwärts gehenden leeren Tonne oder 230 Kilogr. abziehen kann. Es ist diess demnach ohne die Reibungen ein Widerstand von 2000 Kilogr., der tangentiell auf den Korb wirkt. In dem Maase, als die gefüllte Tonne emporsteigt und die leere abwärts geht, vermindert sich der Widerstand um das Doppelte von dem Gewichte der Seile, welches sich auf den beiden Hälften des Korbes auf- und abgewickelt hat, so dass, wenn sich die beiden Tonnen in dem Schachte begegnen, der Widerstand ganz einfach gleich dem Gewichte, welches in der vollen Tonne enthalten, oder 800 Kilogr. ist.

Da sich der Widerstand darauf zu vermindern fortfährt, da das Gewicht des Seiles auf der Seite der leeren Tonne ist und der Triebkraft Hülfe leistet, so kommt ein Augenblick, in welchem der Widerstand *O* ist; und wenn die gefüllte Tonne zu Tage anlangt, so ist sie negativ und gleich 400 Kilogr. geworden, übertroffen von dem Gewichte des Seiles um eine Länge von 400 Metern über das in der Tonne enthaltene Gewicht, d. h., dass man in diesem Augenblicke die Geschwindigkeit des Korbes mittelst eines äussern Widerstandes mässigen muss, statt sie durch die Anwendung einer Triebkraft zu unterhalten.

Um das Moment der widerstehenden Kräfte gleichförmig oder minder veränderlich zu machen, wendet man als Gegengewichte wirkende Ketten, kegelförmige Körbe, auf welche sich die runden Seile aufwickeln, oder flache Seile an, die sich auf sich selbst in aufeinander folgenden Windungen aufwickeln. Die Gegengewichtsketten haben solche Nachtheile, dass man sie fast überall aufgegeben hat.

Dimensionen, die man der innern Walze von den Bobinen der Bandseile geben muss. Wenn eine gefüllte Tonne das Tiefste des Schachtes oder ein Füllort verlässt, und die leere Tonne abwärts zu gehen beginnt, so wirkt das Gewicht der gefüllten Tonne und des ganzen Seiles, an welchem dieselbe aufgehängt ist, auf die Bobinenwelle, an dem Ende eines Hebelarmes, der gleich dem Halbmesser von der innern Walze der Bobinen ist, während das Gewicht der leeren Tonne auf dieselbe Welle in der Richtung der bewegenden Kraft wirkt, und zwar an dem Ende eines Hebelarmes, der gleich dem Halbmesser der innern Walze, vermehrt um die Stärke des Seils und so oft wiederholt ist, als die Welle Umgänge machen muss, um eine Tonne vom Tiefsten zu Tage zu fördern. In dem Maasse, als sich die Welle der Bobinen dreht, und als sich die gefüllte und die leere Tonne einander nähern, die erstere aufsteigend und die zweite niedergehend, nimmt der Hebelarm der gefüllten Tonne um eine einmalige Seilstärke zu, während der Hebelarm der leeren Tonne sich um dieselbe Stärke vermindert; wenn beide Tonnen auf gleiche Tiefe in den Schacht gelangen, so müssen die beiden Hebelarme untereinander gleich seyn. Nun ist wirklich klar, dass, wenn diese Halbmesser oder Hebelarme ungleich wären, die beiden Tonnen, die volle und die leere, nicht gleichzeitig und nach einer gleichen Anzahl von Umdrehungen der Welle anlangen könnten, nämlich die erstere zur Schachtöffnung und die zweite zum Tiefsten. Da die Hebelarme am Begegnungspuncte der Tonnen gleich sind, ebenso wie die Längen der Seile, die in den beiden Schachttrumen aufgehängt sind, so halten sich das Gewicht der Seile und der leeren Tonnen gegenseitig das Gleichgewicht, und das Moment des Widerstandes reducirt sich auf das Gewicht der Tonnenladung, multiplicirt durch den gemeinschaftlichen Hebelarm der beiden Tonnen. Dieser Hebelarm ist übrigens gleich dem Halbmesser von der innern Walze nebst der Stärke des Seils, multiplicirt mit der

Hälfte der Anzahl der Umdrehungen, welche die Welle machen muss, um eine Tonne vom Tiefsten zu Tage, oder von Tage zum Tiefsten zu fördern.

Conische Seilkörbe. Will man conische Seilkörbe mit Vortheil und demnach so anwenden, dass sich die Seile nicht übereinanderschlagen, so muss man sie sehr lang machen. Diese grosse Länge, welche man den conischen Körben geben müsste, um die Momente des Widerstandes bei Maschinen für tiefe Schächte auszugleichen, würde jedoch sehr hinderlich seyn. Man müsste alsdann lange Wellen anwenden und die Seilscheiben in sehr geneigten Ebenen auf die senkrechte Ebene der Korbachse hängen etc. Man giebt daher im Allgemeinen den Bandseilen den Vorzug, welche sich auf sich selbst aufwickeln, und wenn man conische Körbe anwendet, so bindet man sich nicht daran, ihnen zweckmässige Dimensionen zu geben, um bestmöglichst die Momente des Widerstandes auszugleichen.

Cylindrische Körbe mit kleinem Durchmesser. Bei den meisten Wassergöpeln im Erzgebirge sind die Seilkörbe cylindrisch und haben einen geringen Durchmesser, wie man aus dem auf Taf. 38 abgebildeten Wassergöpel ersieht, dessen Korb nur 1,40 Meter im Durchmesser hat. Dennoch haben diese Körbe eine geringe Länge, so dass, nachdem sich das runde Seil in einer Reihe auf der Walze aufgewickelt hat, es sich zu einer andern Reihe umlegt, deren Windungen die erste umgeben. Es folgt daraus, dass die Hebelarme der Gewichte der Seile und der vollen und leeren Tonnen mit der Stellung der Tonnen in dem Schachte veränderlich sind, aber nicht auf eine zusammenhängende Weise, wie bei den Bandseilen, sondern scharf getrennt nach ungleichen Zeiträumen. Diese Veränderungen der Hebelarme sind übrigens nicht bedeutend, und unzureichend, um die Momente der Widerstandskräfte auszugleichen. Endlich ist es nachtheilig, dass sich die Windungen der runden Seile übereinander legen, weil, wenn sie nicht dicht genug aneinander liegen, die der oberen Reihen in die leeren Zwischenräume der darunter befindlichen Windungen eintreten, welches Veranlassung zu Erschütterungen und plötzlichen Sprüngen der Tonnen giebt.

Eiserne Ketten. Ehemals gebrauchte man sehr häufig eiserne Ketten zur Förderung. Diese Ketten, die aus runden oder länglichen Gliedern bestehen, haben eine weit grössere Dauer, als die Hanfseile, besonders in Schächten, wo feuchte und schlechte Wetter wechseln; jedoch zerreissen sie sehr plötzlich. Dieser Nachtheil, sowie das bedeutende Gewicht, welches sie haben müssen, ist die Veranlassung gewesen, dass man sie fast überall zu der Förderung sowohl in den saigern als flachen Schächten aufgegeben hat. Sie sind übrigens mit ganz ausserordentlichem Vortheil durch Seile von geflochtenem Eisendraht ersetzt worden, von denen wir sogleich reden wollen. Dennoch sind die eisernen Ketten noch in einigen Schächten von geringer Teufe in Gebrauch, in denen die Förderung mittelst der sogenannten Wasserwagen bewirkt wird; auch bedient man sich ihrer zuweilen auf Bremsbergen, sowohl über, als unter Tage. Wir beschränken uns hier auf die Bemerkung, dass die Glieder der Ketten, welche auf diesen Bremsbergen oder Rampen angewendet werden, den Nachtheil haben, dass sie sich nicht in die Quere legen können, welches zu Erschütterungen und Stössen, und häufig auch zu Brüchen Veranlassung geben würde. Zu dem Ende ist es nothwendig, dass die beiden Glieder, welche in einem sie vereinigenden mittlern Gliede befindlich sind, den innern leeren Raum von diesem ausfüllen, indem sie nur das zur Biegung der Kette und zur Drehung der Glieder nothwendige Spiel lassen, weil sie sich sonst nebeneinander legen könnten. Man kann auch Ketten anwenden, die wie die Schiffs-

ketten eingerichtet sind, deren elliptische Glieder durch eine gusseiserne Stütze verstärkt sind, die nach der kurzen Achse der Ellipse zwischen den beiden benachbarten Gliedern liegt. Endlich erwähne ich auch hier noch die flachen eisernen Ketten, welche in einigen Steinkohlengruben Englands bei der Förderung aus nicht tiefen saigern Schächten angewendet werden. Sie sind jedoch unbequem, schwer und kostbar und verdienen daher nicht nachgeahmt zu werden.

Seile aus Eisendraht. Seit 1834 lässt Herr Oberbergrath Albert, Director des hannöverschen Berg- und Hüttenwesens zu Clausthal, Seile aus geflochtenem Eisendraht verfertigen, um die bis dahin in den Härzer Bergwerken angewendeten Hanfseile und Eisenketten zu ersetzen. Das bei der Anfertigung dieser Drahtseile vom Herrn Albert befolgte Verfahren ist im 8. Bande der zweiten Reihe von Karsten's Archiv, S. 418 etc., beschrieben. Seitdem hat sich die Anwendung der Drahtseile sehr schnell in den deutschen Bergwerken verbreitet; überall hat man sie haushälterisch und bequem gefunden Wir gehen daher über ihre Anfertigung und Benutzung in möglichst vollständige Details ein, wobei wir das Karsten'sche Archiv und das Freiberger Jahrbuch für den Berg- und Hüttenmann benutzen. Jedoch muss ich hier noch bemerken, dass ich bereits im Jahr 1822 in einer Steinkohlengrube zu Rive de Gier ein Seil von geflochtenem Eisendraht sah; man bediente sich desselben zur Aufförderung der mit Kufen versehenen Tonnen auf einer abfallenden Strecke. Das Seil bog sich über eine gusseiserne Scheibe am obern Ende der Strecke, und ein an seinem Ende angespanntes Pferd zog bei'm Abwärtsgehen die am andern Ende angeschlagenen Seile in die Höhe.

Anfertigung der Drahtseile am Harz. Das nach der Angabe des Herrn Albert angegebene Fabrications-Verfahren ist das nachstehende:

Man nimmt dazu Draht Nr. 12 von der Königshütte am Harz; er hat einen Durchmesser von 0,144 Kalenberger Zoll (0,003516 Meter), und 10 laufende Fuss von diesem Draht wiegen 13,91 Loth Kölnisch. Das laufende Meter wiegt daher 69,59 Grammen. Er wird auf einem Drahtzuge in 17 bis 38 Meter langen Stücken ausgezogen. Zur Erleichterung der Anfertigung der geraden Seile, und zur Vermeidung der Schwächung, welche bei einem nochmaligen Durchziehen, um den Draht gerade zu richten, unvermeidlich seyn würde, wird derselbe nach dem letzten Ausglühen auf Rollen von 10 Fuss Durchmesser gewunden, und in diesen Ringen wird er weiter verarbeitet. Der Centner von diesem Draht kostet etwa $9\frac{1}{3}$ Thaler oder die 100 Kilogr. 71 Franken.

Werkzeuge. Die bei der Anfertigung der Drahtseile nöthigen Werkzeuge sind die folgenden:

1) Ein grosser Schraubstock, der ohngefähr 32 Kilogr. wiegt, und in der gewöhnlichen Höhe an einem Klotze befestigt ist.

2) Ein kleiner Handschraubestock, der etwa 3 Kilogr. wiegt.

3) Ein eiserner Drehschlüssel, Fig. 1, Taf. 40, der aus einem einzigen Stücke besteht, in der Mitte 10 Millimeter stark ist und runde Griffe an beiden Enden hat; seine ganze Länge beträgt 37 Centimeter. In der Mitte hat er einen ebenen, kreisförmigen Theil und ist mit 5 Löchern durchbohrt, welche einen Durchmesser von 8 Millimetern haben. Eins von diesen Löchern nimmt den Mittelpunct ein; die vier andern sind an der Peripherie angebracht, stehen gleichweit und etwa 30 Millimeter auseinander. Die Centralöffnung ist mit denen an der Peripherie durch Spalten vereinigt, welche

5 Millimeter weit sind. Diese Verbindung zwischen den mittleren und den übrigen Löchern können durch zwei eiserne Nägel unterbrochen werden, die in Löcher treten, welche parallel mit dem Kreisdurchmesser und senkrecht auf der gemeinschaftlichen Achse der beiden Griffe eingeführt werden. Diese Bolzen oder Nägel werden mit Gewalt eingetrieben und dann durch ihre Federkraft oder durch Schraubenmuttern in ihrer Lage erhalten. Die Kanten der Löcher können auf beiden Flächen abgerundet seyn.

Soll die Arbeit schnell gehen, so muss man drei solcher Schlüssel haben.

4) Ein Drehschlüssel von derselben Gestalt, als der vorhergehende, nur mit dem Unterschiede, dass er nur drei Löcher hat, von denen jedes 12 Millimeter breit ist, und die voneinander getrennt sind (Fig. 2).

5) Fast 80 Bretchen, deren Seiten 15 Centimeter lang, die 12 Millimeter stark und mit 4 runden Löchern durchbohrt sind, welche 6 Millimeter im Durchmesser haben; sie sind an den Ecken eines Quadrats durchgebohrt (Fig. 3).

6) Fast 90 ähnliche Bretchen, ebenfalls aus hartem Holz bestehend und mit 3 runden Löchern von 12 Millimeter Durchmesser versehen, welche an den 3 Ecken eines gleichzeitigen Dreiecks durchgebrochen worden sind (Fig. 4).

7) Ein gusseisernes, 6 Millimeter starkes, 60 Centimeter langes, 27 Centimeter breites und 20 Centimeter tiefes Gefäss, welches etwa 27 Kilogr. wiegt. Diese Pfanne kann jedoch ebenso gut aus Eisenblech bestehen.

8) Einige Feilen, um die Drahtenden anzuspitzen; einige Zangen, um den Draht zu fassen, zu drehen und abzukneipen. Man bedient sich ihrer auch, um einige Theile des Seils mit feinem Eisendraht zu umwickeln.

Anfertigung der Seile. Man bedarf eines wenigstens 40 Meter langen Raumes. Die abgewickelten Drähte werden in gerader Linie nebeneinander gelegt, und ihre Enden werden mit der Feile angespitzt. Vier von diesen Drähten gehen durch 30 bis 40 Bretchen mit 4 Löchern und durch den Drehschlüssel Nr. 3, und alsdann werden ihre zugespitzten Enden zwischen die Backen des grossen Schraubstocks gefasst, der an dem einen Ende des Gebäudes angebracht worden ist. Die Bretchen sind auf der ganzen Länge vertheilt, so dass sie etwa 1 bis 1,32 Meter auseinander stehen, und damit die Drähte sich nicht berühren können. Auf der ganzen Länge stellt man Arbeiter an, die etwa 1,75 bis 3 Meter voneinander entfernt sind, die Drähte in ihren Händen halten und sie fortwährend drehen, indem die Arbeit vorrückt. Auf der Länge von 38 Meter sind 10 Arbeiter erforderlich, welches jedoch Knaben seyn können.

An dem entgegengesetzten Ende des Gebäudes von dem, wo der Schraubstock angebracht ist, stellt man einen geübten Arbeiter an, welcher die Enden der Drähte stets voneinander entfernt halten muss.

An dem Schraubstocke stehen zwei Mann; der eine dreht den Schlüssel, und bei jeder Umdrehung rückt er um 15 Centimeter vor, indem er sich von dem feststehenden Schraubstocke entfernt. Der zweite Arbeiter, welcher den kleinen Schraubstock in der Hand hält, zwängt zwischen die Backen desselben den schon zusammengeflochtenen Theil des Seiles und verhindert eine weitere Drehung. Er rückt mit seinem Schraubstocke jedesmal um 58 Centimeter vor. In dem Maasse, als sich der Dreher von dem festen Schraubstocke entfernt, werden die Bretchen weiter vorgerückt, und die unnütz gewordenen Arbeiter nehmen etwas Anderes vor. Jedesmal, wenn der Schlüssel eine vollständige Drehung macht, müssen die Drähte auf der ganzen Länge der Werkstatt um eine vollständige Peripherie gedreht werden. Durch diese Umdrehung erleiden

sie jedoch keine Torsion, indem dieselbe nur hinter dem Schlüssel stattfindet. Wenn der Dreher zum Ende gelangt ist und auf diese Weise eine Litze von 4 Drähten der ganzen Länge nach vollendet hat, wird diese Litze auf die Erde gelegt.

Während dieser Zeit haben die von der ersten Litze abgetretenen Arbeiter mit einem zweiten Schlüssel eine zweite Litze begonnen.

Man fertigt die zweite und die dritte Litze auf dieselbe Weise an, wie die erste; alle bestehen aus 4 Drähten. Eine von den dreien muss weit länger seyn, als die beiden übrigen, und gewöhnlich ist es die letztere, der man diese grössere Länge ertheilt.

Man vereinigt darauf diese drei Litzen zu einem Seile.

Es werden desshalb die Enden einer jeden Litze durch die 90 mit drei Löchern versehenen Bretchen gesteckt, und zuletzt durch den Drehschlüssel mit drei Löchern, worauf ihre Enden in die Wangen des grossen Schraubstockes eingezwängt werden.

Die Drehung erfolgt durch dieselben Arbeiter und auf dieselbe Weise, wie bei den Drähten, welche die Litzen bilden, nur mit dem Unterschiede, dass, nachdem man 59 Centimeter von dem Seil zusammengedreht hat, man die Backen des grossen Schraubstocks öffnet, um den schon fertigen Theil des Seils zurückzuziehen. Währenddem nähern sich alle Arbeiter dem Schraubstocke. Darauf wird der fertige Theil des Seiles, in dem Maasse der fertigen Länge, auf einen Cylinder aufgewickelt, der wenigstens 2,70 Meter im Durchmesser hat.

Sobald man auf diese Weise mit den drei Litzen ein aus 12 Drähten bestehendes Seil vollendet hat, schreitet man zur Verlängerung der Litzen.

Nach mehreren Versuchen entschied sich Herr Albert dahin, die Enden der Drähte nur durch die Reibung miteinander zu verbinden.

Sobald demnach ein Draht sich seinem Ende nähert, so wird ein neuer Draht durch dieselben Löcher der Breter neben dem ersten eingesteckt, so dass die beiden Drähte auf eine Länge von 1 Meter nebeneinander liegen. Wenn der Dreher bei der Anfertigung der Litze zu dem Anfange des neuen Drahtes gelangt, so steckt er dasselbe in das Mittelloch des Schlüssels und bringt sein Ende in die Mitte der 4 zusammengeflochtenen Drähte, aus denen die Litze besteht. Er umgiebt alsdann an diesem Puncte die Litze mit einem feinen Eisendrahte, welcher sich einige Male darum legt, wodurch das Ende des neuen Drahtes an seiner Stelle erhalten wird, und der hauptsächlich dazu dient, den Punct zu erkennen, an welchem ein neuer Draht beginnt, indem man bei'm Zusammenflechten des Seiles diesen Punct soviel als möglich im Innern zu verstecken sucht. Ist diess geschehen, so geht der Dreher wie gewöhnlich um 50 Centimeter von dem Ende des neuen Drahtes vorwärts, und dieses bleibt stets in der Achse. Dort nimmt er den von den beiden Nägeln in dem Schlüssel weg, welcher das mittlere Loch von dem Loch an der Peripherie trennt, durch welcher der alte Draht geht, welcher seinem Ende nahe ist. Er bringt dieses Ende in das mittlere Loch und den neuen Draht dagegen in das Loch der Peripherie, nachdem der Nagel an seinen Platz zurückgebracht worden ist. Indem man nun zu drehen fortfährt, wird das Ende des alten Drahtes ebenfalls auf eine Länge von 50 Centimeter in die Leitachse der Litze eingeflochten, und an dem Ende wird noch ein dünner Draht darum gelegt.

Die Festigkeit dieser Verbindungsart besteht darin, dass jeder einzelne Draht nur etwa auf eine Länge von 15 bis 22 Centimetern auf der Oberfläche bleibt und

alsdann in das Innere zurücktritt, woselbst er durch die Reibung und die Spannung des Seiles zurückgehalten werden würde, selbst wenn es auf der Oberfläche zerrisse.

Indem man auf einem feinen Drahte die Puncte bezeichnet, an denen die Drahtenden beginnen und aufhören, kann man diese Puncte auf gleiche Entfernungen in dem Seile vertheilen, wohin man gelangt, da die Drähte stets eine ungleiche Länge haben, die man ihnen durch Verkürzung einiger mit der Zange geben kann. Bei dem Zusammenflechten der Seile muss man es vermeiden, dass in den drei Litzen Drahtenden nebeneinander befindlich sind; höchstens darf diess mit zweien der Fall seyn.

Auf diese Weise kann man die Seile so lang machen, wie man will.

Wenn die Seilerwerkstatt eine Länge von 40 bis 45 Metern hat, so sind 13 Arbeiter erforderlich, die niemals unbeschäftigt bleiben, wenn die Arbeit gut vertheilt ist. Unter denselben brauchen nur 5 oder 6 einige Geschicklichkeit zu haben, wogegen die übrigen Invaliden oder Knaben seyn können. Diese 13 Arbeiter können in einer Stunde 7 Lachter, oder etwa 15 Meter von dem Seil anfertigen.

Ueberzug des Seils. Nachdem das Seil vollendet ist, muss es mit einem fetten zähen Ueberzuge versehen werden, der auch nach seiner Erkaltung geschmeidig bleibt. Man kann dazu den Absatz benutzen, der sich bei der Bereitung der Maschinenschmiere bildet, erhärtete Wagenschmiere etc.; fehlt es an solchen Rückständen, so könnte man eine Schmiere aus $\frac{1}{3}$ Oel und $\frac{2}{3}$ Colophonium oder Harz zusammensetzen. Die oben erwähnte gusseiserne oder blecherne Pfanne wird mit dieser Masse angefüllt; man erhält ein Kohlenfeuer darunter, um das Fett zu schmelzen, und lässt nun das Seil langsam hindurchgehen, damit es sich in der geschmolzenen Masse erhitze, und damit dasselbe alle leeren Räume ausfüllen könne, indem es die atmosphärische Luft entfernt. In einer Stunde können 8 Arbeiter auf diese Weise etwa 100 Lachter mit einem Ueberzuge versehen, wozu 19 bis 23 Kilogr. Fett erforderlich sind.

Ring, in welchem das Seil endigt. Unter den verschiedenen Mitteln, um das Seil mit der eisernen Kette zu verbinden, an welcher die Tonne, hat Herr Albert das Folgende angenommen, welches durch Fig. 5 verdeutlicht wird. Das Ende des fertigen Seils wird auf eine Länge von 20 Centimeter oder 8 Zoll dunkelrothglühend gemacht und darauf um ein hufeisenförmiges Stück Eisen umgebogen, indem diess Eisen an seiner äussern Peripherie eine kehlförmige Vertiefung hat. Ein schmiedeeiserner, 25 Millimeter breiter Ring, der vorher auf das Seil geschoben worden ist, wird nun so über das gekrümmte Ende geschoben, dass er es fest an das gerade andrückt. Darauf krümmt man ein jedes von den 12 Drähten einzeln um den Ring und treibt dieselben kalt über den Umfang desselben hinweg. Die ganze Verbindung wird darauf mit Eisendraht oder mit guter hanfener Litze umwickelt, oder es wird Blei darüber gegossen, wenn man sie vollständig schützen will. In das hufeisenförmig gebogene Eisen legt man vor der Zusammenfügung einen geschlossenen Ring, oder man steckt später einen offenen Ring hindurch, den man alsdann zusammenschweisst. Der rothglühend gemachte Theil des Seiles darf sich nicht über den Punct hinaus erstrecken, wo der Schlussring befindlich ist.

Gewicht. Nach sehr vielen Versuchen ist das Gewicht eines solchen Seiles ohne Ueberzug, von 208,10 Meter Länge, 167,70 Kilogr. Das laufende Meter wiegt demnach 0,806 Kilogr. und mit dem Ueberzuge, da derselbe 0,11 Kilogr. auf das laufende Meter beträgt, 0,916 Kilogr.

Kosten. Die Kosten für die Anfertigung eines 560 Lachter langen Seiles haben sich, mit Einschluss des Ueberzuges, der Schliessringe etc., auf 220 Thlr. belaufen, nämlich:

Eisendraht	171	Thlr.
Arbeitslöhne bei der Anfertigung	43	-
Schmiere	6	-
In Summa	220	Thlr.

oder per Lachter 9 gGr. 5 Pf. Höchstens können wir 12 gGr. darauf rechnen.

Im erstern Falle kostet das laufende Meter 0,8 und im letztern Falle 0,9 Franken.

Widerstand gegen das Zerreissen. Nach den von Herrn Albert angestellten Versuchen, trägt jeder einzelne Draht 516 Kilogr., und die 12 Drähte zusammen folglich 6198 Kilogr. Der Widerstand auf das Quadratmillimeter beträgt demnach 53 Kilogr.

Das Gewicht von 2 Tonnen Erzen, die auf einmal ausgefördert werden, beträgt etwa 516 Kilogr.

Seilkorb. Es ist nothwendig, dass die Krümmung des Seils auf dem Korbe die Gränzen seiner Elasticität nicht übersteigt. Aus diesem Grunde kann man es nicht auf Körben aufwickeln, deren Durchmesser geringer als 2,64 Meter oder $8\frac{1}{2}$ Fuss ist.

Die Seilkörbe bei den Oberhärzer Schächten haben 3,52 Meter im Durchmesser. Das geringe Gewicht eines solchen Drahtseils gestattet eine bedeutende Vergrösserung des Seildurchmessers und daher einen langsamern Betrieb der Treibkunst, wodurch bedeutend an Wasserkraft erspart wird. Macht man nun jeden Seilkorb 1 bis 1,20 Meter lang, so kann man mehr als 416 laufende Meter Seil darauf schlagen, ohne dass die Umgänge sich bedecken.

Verfahren bei der Anfertigung der Drahtseile zu Freiberg. Nachdem das Gelingen der Oberhärzer Versuche mit den Drahtseilen bekannt geworden war, beeilte man sich sofort, dieselben mit einem Clausthäler Seil in Freiberg zu wiederholen, und das erlangte Resultat war so vortheilhaft, dass das königl. Oberbergamt zu Freiberg sofort die Einrichtung einer Seilerwerkstatt zu diesem Behuf anordnete. Das Oberhärzer Verfahren erlitt bedeutende Veränderungen. Es ist in dem Freiberger bergmännischen Jahrbuche von 1839 beschrieben worden, aus welchem wir das Folgende entlehnen.

Zuvörderst vermeidet man das nicht Zusammenhängende der Drähte bei dem Flechten eines Seils, indem man mehrere Drähte so miteinander verbindet, dass man Drähte von hinreichender Länge erhält, um die Litzen und um das Seil zu flechten. Zu dem Ende glüht man die zu vereinigenden Enden der Drähte etwa auf eine Länge von 16 Centimeter, klopft diese an den Enden breit und flechtet sie alsdann auf eine Länge von etwa 50 Centimeter auf die in Fig. 6, Taf. 40 dargestellte Weise zusammen. Man erhält auf diese Weise Drähte von hinreichender Länge zur Bildung der Litzen. Diese Länge muss die des darzustellenden Seils um 3 bis $3\frac{1}{4}$ Procent übersteigen.

Um alsdann eine vierdrähtige Litze zu bilden, verbindet man die oberen Enden der Drähte mit den 4 Haken, *a, a, a, a*, des Seilerstuhls, welcher in den Fig. 7, 8 u. 9, Taf. 40, abgebildet worden ist. Die Achse eines jeden von diesen Haken geht durch

zwei quadratische Platten *b*, *b*, Fig. 7, und *c*, *c*, Fig. 9. Eine kleine Welle *d* in der Mitte des Quadrats ist mit einem kleinen Zahnrade versehen, welches in 4 kleine Getriebe greift, welche an den Achsen der 4 Haken sitzen, so dass die Drehung der Kurbel *e* auch die aller Haken veranlasst. Die Getrieberäder sind in dem Zwischenraume zwischen den beiden Platten angebracht. Die mittlere Welle *d* ist mit einem Sperrade und mit einem Sperrkegel versehen, um nöthigenfalls die rückgängige Bewegung der Haken vermeiden zu können. Die vier anderen Enden derselben Drähte sind mit dem Haken des Stuhls verbunden, der in den Figg. 10, 11 u. 12 abgebildet worden, und der am andern Ende der Werkstatt befindlich ist. Dieser Apparat ruht auf Rollen, um dem feststehenden Stuhl genähert werden zu können, in dem Maasse, als diess das Zusammendrehen der Drähte zur Bildung der Litze erfordert. In den Zwischenräumen werden die Drähte von den Böcken, Fig. 13, unterstüzt, die etwa 10 Meter auseinanderstehen; oben sind diese Böcke mit hölzernen Nägeln versehen, welche die Drähte voneinander entfernt halten. Diese ruhen übrigens nicht auf dem Holze, sondern auf zwei starken Eisendrähten, die in den Böcken eingelassen sind.

Die auf diese Weise zwischen den beiden Seilerstühlen, dem feststehenden und den beweglichen, gespannten Drähte befinden sich in den Löchern des Bretes, Fig. 15, welches man ganz in die Nähe des beweglichen Stuhles bringt. Man ertheilt alsdann dem Haken *A* des verschiebbaren Stuhles, sowie den 4 Haken des feststehenden, eine drehende Bewegung. Während nun die Drähte von dem Haken des verschiebbaren Stuhles aus sich zusammendrehen, hält ein Arbeiter das Bret 15 Centimeter vor den Punct, an welchem die Drähte schon zusammengeflochten sind.

Die Anfertigung einer Litze erfordert 5 Arbeiter. Der eine steht am verschiebbaren Stuhle, an dem sogenannten Knorrhaken, ein zweiter an der Kurbel des feststehenden Apparats, an dem sogenannten Geschirr; ein dritter hält das Bret; ein vierter geht vor diesem her und dient ihm als Hülfe; endlich der fünfte nimmt die Böcke weg, in dem Maasse, als diess erforderlich ist, und setzt sie unter den schon fertigen Theil der Litzen.

Während man auf diese Weise eine Litze anfertigt, bereiten 17 Arbeiter den Draht zu einer andern Litze vor. Die Litze ist um $\frac{1}{400}$ kürzer, als die sie bildenden Drähte, wesshalb bei dem Zusammendrehen der Knorrhaken um $\frac{1}{400}$ von der ganzen Länge des Drahtes vorrückt.

Man dreht darauf 4 Litzen zur Bildung eines Seiles von 16 Drähten zusammen. Diese Arbeit wird wie die erstere ausgeführt; dieselben Apparate, sowohl das Geschirr, als auch der Knorrhaken, werden angewendet, nur bedient man sich, statt des Bretes Fig. 14, des Schlüssels Fig. 15, welcher durch zwei Arbeiter bewegt wird, die ihn in einer Entfernung von 30 Centimeter von dem Puncte halten, an welchem sich die Litzen vereinigen. Vor dem Schlüssel bringt man den Apparat Fig. 16 an, welcher die Gestalt eines abgestumpften Kegels hat, auf welchem 4 Vertiefungen angebracht sind, in die sich die Litzen legen. Der letztere Apparat ist dem Leitholze der Seiler gleich.

Das fertige Seil wird auf dem Haspel Fig. 17 aufgewickelt. Man muss es darauf mit einem Ueberzuge versehen, um es vor der Einwirkung der feuchten Luft zu schützen. Zu dem Ende bringt man zwei Haspel in einer Entfernung von 10—12 Meter voneinander an; der eine von diesen Haspeln trägt das neue Seil, und der andere ist zur Aufnahme des Seils bestimmt, nachdem es in dem länglichen Troge, Fig.

18, welcher die flüssige Schmiere enthält, mit dem Ueberzuge versehen worden ist. Man sieht, dass das Seil durch eine Rolle, die mittelst Schrauben höher und tiefer gestellt werden kann, auf dem Boden dieses Troges erhalten wird. Man lässt das Seil langsam durch die flüssige Schmiere gehen, indem man dahin sieht, dass es stets mehrere Zoll hoch mit der gehörig flüssigen Masse bedeckt ist, damit die Luft ausgetrieben werde, und damit der Ueberzug in die leeren Räume zwischen den Drähten ziehe. Er besteht aus $\frac{2}{3}$ Colophonium, aus $\frac{2}{9}$ Leinöl und aus $\frac{1}{9}$ Seife. Das Gewicht des an dem Seile hängen bleibenden Ueberzuges beträgt $\frac{7}{100}$ Theile bis $\frac{11}{100}$ Theile von dem des letztern.

Der in Freiberg zu den Seilen angewendete Draht hat einen Durchmesser von 3,1 bis 3,3 Millimeter.

Die Seile, welche zu den Wassergöpeln angewendet werden, welche Tonnen von einem Gehalte von 10 bis 12 Kübeln ausfördern, bestehen stets aus 16 Drähten. Die bei den Pferdegöpeln benutzten, welche Tonnen ausfördern, deren räumlicher Inhalt 10 Kübel beträgt, bestehen aus 12 Drähten, welche auf 4 dreidrähtige Litzen vertheilt sind.

Die Belastung eines Seiles, welches eine Tonne von 10 Kübeln trägt, ist mit Inbegriff des Gewichtes der Tonne, ihrer Eisenbeschläge und Nebentheile, sowie ihres Inhalts 14 — 16 Centner (722 — 826 Kilogr.). Die Belastung einer Tonne von 12 Kübeln beträgt 18 — 19 Centner (877 — 890 Kilogr.). Das laufende Lachter oder das doppelte Meter Seil von 12 Drähten erfordert 3,1 bis 3,2 Pfund (1,42 bis 1,50 Kilogr.) Eisendraht. Das 16drähtige Seil erfordert davon 3,9 bis 4,1 Pfund (1,84 bis 1,94 Kilogr.). Der Ueberzug wiegt $\frac{3}{20}$ bis $\frac{4}{20}$ Pfund auf das laufende Meter, jenachdem das Seil 12- oder 16drähtig ist.

Die Drahtseile werden auf Körbe aufgewickelt, deren Durchmesser nirgend unter 2,60 Meter beträgt.

Im Jahre 1841 hatten von den 17 Wasser- und 10 Pferdegöpeln in dem Freiberger Revier 8 Wasser- und 5 Pferdegöpel Drahtseile, und man hatte in der Seilerei während der Jahre 1837 und 1838 12207 Meter von diesen Seilen angefertigt. Eine sechsjährige Erfahrung hatte die grossen Vortheile, welche diese Seile vor den vorher angewendeten hanfenen haben, überzeugend dargethan. Das Freiberger Jahrbuch für 1841 enthält einen sehr speciellen Bericht über diesen Gegenstand, der auf Befehl des Oberbergamtes an alle königl. Bergämter abgegeben wurde. Er enthält die folgenden Resultate:

12drähtige Drahtseile, welche bei den Pferdegöpeln angewendet werden, haben Hanfseile ersetzt, die aus 288 Garnfäden bestanden.

16drähtige Drahtseile haben bei den Wassergöpeln Hanfseile von 336 Garnfäden ersetzt.

Vergleichendes Gewicht der Draht- und der Hanfseile. Das Gewicht der Drahtseile auf das laufende Meter beträgt:

0,804 Kilogr. für ein 12drähtiges Seil.
1,024 Kilogr. für ein 16drähtiges Seil.

Das Gewicht der Hanfseile beträgt auf das laufende Meter:

4,513 Kil. für Seile von 288 Garnfäden.
5,277 Kil. für Seile von 336 Garnfäden.

Das Gewicht der entsprechenden Seile steht daher in dem Verhältnisse von 1 zu 0,3566 und von 1 zu 0,3881.

Vergleichende Tragkraft, Kosten und Dauer. Die absolute Tragkraft des zu den Seilen angewendeten Eisendrahtes betrug bei den Versuchen von 422 bis 446 Kilogr., also im Durchschnitt 434 Kilogr.

Nimmt man die Tragkraft der Seile im Verhältnisse der Anzahl der Drähte an, aus denen sie bestehen, so würde sie folgende seyn:

5208 Kil. für 12drähtige Seile.
6944 Kil. für 16drähtige Seile.

Die Tragkraft der neuen Hanfseile ist folgende:

9288 Kil. für die Seile von 288 Garnfäden.
11342 Kil. für die Seile von 336 Garnfäden.

Demnach übersteigt die absolute Tragkraft der neuen Hanfseile die der Drahtseile, durch welche man sie ersetzt hat, um 58 bis 63 Procent. Dennoch stimmen alle bis jetzt gemachten Erfahrungen dahin überein, um zu zeigen, dass die Drahtseile eine mindestens ebenso lange Dauer haben, als die Hanfseile. Demnach vermindert sich die Tragkraft der Hanfseile durch die Abnutzung weit schneller, als die der Drahtseile.

Ein Drahtseil, welches seit 1835 bei einem mit einem Wassergöpel versehenen Treibschachte im Gebrauch war, hat bis zum Jahre 1838 in 3408 Betriebstagen 81405 Tonnen Erz ausgefördert, und dieses Seil war in einem so guten Zustande, dass man annehmen durfte, es würde noch ein ganzes Jahr benutzt werden können. Das zu gleicher Zeit mit dem Drahtseile in demselben Treibeschachte in Gebrauch gekommene Hanfseil hat ebenso lange gedauert, als dieses. Jedoch muss bemerkt werden, dass der fragliche Schacht in sehr günstigen Umständen für die lange Dauer der Seile ist, sowohl wegen der Beschaffenheit der darin wechselnden Wetter, als auch wegen der Langsamkeit der Förderung. In dem alten Elisabethschacht, der unter 39—45 Grad flach fällt, haben die Drahtseile auch vortreffliche Dienste geleistet. Es erleidet gar keinen Zweifel, dass sie in Beziehung auf die Dauer weit über den Hanfseilen, besonders in Schächten, stehen, in denen schlechte Wetter wechseln, sowie auch in denen, in welchen die unbedeutende Förderung es mit sich bringt, dass die Seile den Wettern in den Schächten ausgesetzt bleiben, ohne dass sie in Bewegung sind.

Der gute Gang ist die Hauptursache von der Schnelligkeit, mit welcher sich der Gebrauch der Drahtseile verbreitet hat.

Im Jahre 1838 wurden in der Seilerei zu Freiberg 1476 laufende Meter 12drähtige und 4litzige und 5877 laufende Meter 16drähtige und 4litzige Seile angefertigt.

Die Kosten betrugen:

1 Fr. 90 Cent. für das laufende Meter der 12drähtigen Seile.
2 Fr. 0,1 Cent. für das laufende Meter der 16drähtigen Seile.

Der Preis des Eisendrahtes in jenem Jahre war 88 Fr. 90 Cent. bis 111 Fr. die 100 Kilogr.

Das laufende Meter erforderte an Eisendraht:

0,803 Kil. für die Seile von 12 Drähten.
1,028 Kil. für die 16drähtigen Seile.

Das Gewicht des Ueberzuges betrug resp. 0,08 und 0,098 Kilogr. auf das laufende Meter.

Vergleichende Förderungen in einer gegebenen Zeit. Die Ersetzung der Hanfseile durch Drahtseile hat zum Resultat eine wesentliche Zunahme der Erzmengen gehabt, die in einer gegebenen Zeit durch die Wassergöpel ausgefördert worden sind.

So förderte man aus der Grube Junge hohe Birke mit Hanfseilen täglich:

Von der Tiefen Firstenstollensohle 60 Tonnen.
Von der sechsten Gezeugstrecke . 28 -
Von der siebenten Gezeugstrecke . 22 -

Jetzt fördert man mit Drahtseilen und bei gleicher Menge Aufschlagewassern täglich:

Aus der Tiefen Firstenstollensohle 70 Tonnen.
Von der sechsten Gezeugstrecke . 36 -
Von der siebenten Gezeugstrecke . 30 -

Die Teufen sind von der Schachtöffnung bis zum tiefen Firstenstollen:

85,08 Meter nach der Verflächung des Ganges, oder
83,16 Meter nach der Saigerteufe.

Bis zur sechsten Gezeugstrecke,

312,10 Meter nach der Verflächung des Ganges, und
310,06 Meter nach der Saigerteufe.

Bis zur siebenten Gezeugstrecke:

347,40 Meter nach der Verflächung.
345,35 Meter nach der Saigerteufe.

Zunehmende und mit der Teufe steigende Fördermengen hat man auf allen übrigen Gruben erlangt, wo man die Hanfseile durch Drahtseile bei den Wassergöpeln ersetzt hat. Die Zunahme betrug 16 Procent gegen die ursprüngliche Förderung bei Teufen zwischen 80 und 100 Metern; sie hat sich aber bis auf 50 Procent bei den Teufen zwischen 300 und 400 Meter erhoben.

Was nun die Pferdegöpel betrifft, so sind bei der Anwendung mit Drahtseilen die Fördermengen im Wesentlichen dieselben geblieben, wie bei den Hanfseilen. Diese verschiedenen Resultate erklären sich sehr leicht durch die Art und Weise der Wirksamkeit beider verschiedenen Triebkräfte. Bei den Wassergöpeln kann man die Menge des in jedem Augenblicke verbrauchten Aufschlagewassers nicht in Verhältniss zu den Widerstandskräften bringen. Man giebt zuvörderst dem Rade das erforderliche Volum Wasser, um die Tonnen am Ausgangspuncte in Bewegung zu setzen; alsdann, wenn die Bewegung zu rasch wird, vermindert man die Schützöffnung, durch welche das Wasser auf das Rad fällt. Fast immer geht ein Theil des Aufschlagewassers durch einen Abfall verloren, weil man in den meisten Fällen keinen Behälter hat, welcher das überflüssige Wasser aufnehmen könnte, bis der Lauf der beiden Tonnen vollendet ist. Daraus folgt nothwendig, dass, wenn man keine Bandseile anwendet, die sich auf sich selbst aufwickeln, oder keine conischen Körbe, die Tonnen bei einem gleichen Wasserverbrauch eine weit grössere Geschwindigkeit in dem Maass annehmen werden, als der von dem Gewichte der Seile abhängende Widerstand sich vermindern wird; oder auch, dass, wenn man dieselbe Geschwindigkeit beibehält, Wasser verloren gehen muss.

Bei den Pferdegöpeln dagegen muss die Kraftäusserung der Pferde zwischen um so ausgedehnteren Gränzen bei der Ausförderung einer Tonne schwanken, je schwerer die Seile sind; allein dieses Schwanken scheint weit eher vortheilhaft, als unvor-

theilhaft, für die ganze Grösse der täglichen Leistung zu seyn, welche die belebten Triebkräfte entwickeln können. Diese schon bekannte Thatsache ist bereits auf eine überzeugende Weise durch die Beobachtungen dargethan, welche wir weiter oben über die Wirkungen der Pferdegöpel mitgetheilt haben; sie ist aber auch durch die vergleichenden Wirkungen der bei diesen Göpeln angewendeten Hanf- und Drahtseile bestätigt worden. Die Förderungsquanta haben nicht allein durch die Substitution der minder schweren Drahtseile für die alten Hanfseile bei gleichem Korbdurchmesser nicht zugenommen; sondern selbst bei einer Vergrösserung des Durchmessers der Körbe, bei gleicher Anstrengung der Pferde und bei gleicher Geschwindigkeit derselben bei dem Ausgangspuncte, so dass die Tonnen eine grössere Geschwindigkeit annehmen mussten, hat die Menge der täglichen Förderung nicht um eine einzige Tonne zugenommen.

Es folgt aus dem Vorhergehenden, dass bei der Substitution der Hanfseile durch Drahtseile an den Verhältnissen der Pferdegöpel nichts verändert wird, wogegen es bei den Wassergöpeln zweckmässig seyn wird, entweder den Durchmesser der Seiltrommel zu vergrössern, oder die Räumlichkeit der Tonnen, damit in beiden Fällen, bei gleichbleibender Geschwindigkeit des Wasserrades, die Förderungsmenge in Folge der den Tonnen ertheilten Geschwindigkeit oder in Folge der Zunahme ihrer Belastung, vergrössert wird.

Es ist wahrscheinlich, dass die Resultate, die wir hier nach dem Freiberger Jahrbuche mitgetheilt haben, sich auf Seile beziehen, die aus ungeglühtem Draht angefertigt, und die überhaupt so angewendet sind, wie sie aus der Seilerei gekommen, weil am angeführten Orte das Gegentheil nicht gesagt worden ist, und weil übrigens die absolute Tragkraft etwa 55 Kilogramm auf das Quadratmillimeter nach den angeführten Versuchen beträgt.

Anwendung der Drahtseile in dem Steinkohlenrevier von Essen-Werden in der preuss. Provinz Westphalen. Auch in dem Bergamtsrevier von Essen-Werden hat man in vielen Schächten der Steinkohlengruben die Hanfseile durch Drahtseile ersetzt. Man wendete Seile aus geglühtem und aus ungeglühtem Draht an. Es folgt aus den von dem Bergmeister Klotz gesammelten und im 14. Bde., S. 110 etc., der zweiten Reihe von Karsten's Archiv bekannt gemachten Beobachtungen, dass zur Ausförderung von 100 Scheffel Steinkohlen (ohngefähr 5000 Kilogr.) aus 80 bis 160 Meter tiefen Schächten, die Kosten für die Förderseile, bei hanfenen, sich auf 0,30 bis auf 0,37 Franken erhoben, jenachdem sie von Lieferanten oder unmittelbar von den Grubeneigenthümern angeschafft worden waren, und dass diese Kosten auf 0,1135 Fr. reducirt worden sind, wenn man Seile aus geglühtem Draht, und auf 0,031 Fr., wenn man Seile aus ungeglühtem Draht anwendete. Die Verschiedenheit zwischen den Seilen aus geglühtem und aus ungeglühtem Draht rührt von dem grössern absoluten Widerstande des ungeglühten Drahtes her, so dass man zum Tragen einer gegebenen Last weit weniger Material bedarf. Auch bestehen die Seile aus ungeglühtem Draht aus 12 bis 18 Drähten, während die aus geglühtem Draht bis 72 und 108 Drähte haben. Es folgt daraus, dass es in Beziehung auf den Grubenhaushalt sehr vortheilhaft ist, ungeglühten Draht anzuwenden; wenn aber die Tonnen nicht allein zur Ausförderung der Kohlen dienten, sondern, wenn auch das Fahren der Mannschaft auf dem Seile gebräuchlich wäre, so würde es vielleicht besser seyn, geglühten Draht anzuwenden, weil derselbe geschmeidiger ist und gegen Brüche einen stärkern Widerstand leistet, als der ungeglühte; hier müsste man die Ersparung der Sicherheit der Arbeiter opfern.

Anfertigung und Anwendung der eisernen Drahtseile auf den Steinkohlengruben im Wormreviere bei Aachen. Seile mit einer Seele von Hanf. Bei den Steinkohlengruben des Wormreviers hat man ebenfalls die Hanfseile durch Drahtseile ersetzt. Dieselben werden auf dieselbe Weise und mit ähnlichen Apparaten, wie zu Freiberg, angefertigt, jedoch mit dem Unterschiede, dass jede aus 4 bis 7 Fäden bestehende Litze, oft eine Seele von starkem getheerten Hanfbindfaden hat, und dass man auch ebenfalls eine solche Seele in die Achse der aus 3 bis 6 Litzen bestehenden Seile legt. Zum Zusammenflechten, sowohl des Drahtes zu Litzen, als auch der Litzen zu Seilen, bedient man sich des in Fig. 16, Taf. 40, abgebildeten abgestumpften Kegels, der in seiner Achse ein Loch hat, durch welches die Seele geht. Das Ende derselben ist, nebst denen der Drähte und Litzen, mit einem und demselben Haken verbunden, allein das andere Ende der Seele ist frei und wird von einem Arbeiter gehalten, der bei seinem Rückwärtsgehen demjenigen voranschreitet, der das Leitholz hält. Es sieht dieser Arbeiter dahin, die Seele zwischen den Drähten oder den Litzen zu halten, welche man zusammendreht, und deren hintere Enden mit ebensoviel Haken verbunden, die in einer Kreisperipherie angebracht sind, und von denen eine jede eine drehende Bewegung durch ein in der Mitte befindliches Triebrad, oder durch irgend einen andern Mechanismus erhält. Ebenso hat man es in demselben Reviere auch versucht, statt der hanfenen Seelen einen dicken Eisendraht anzuwenden, um welchen sich die Drähte oder Litzen winden und ihn auf diese Weise umgeben; endlich hat man auch Seile ohne jede Seele angefertigt. Es scheint, dass die gute Anfertigung einen weit grössern Einfluss auf die Dauer des Seiles hat, als die Beschaffenheit der Seele, ja dass diese ganz fehlen könne. Jedoch giebt der Berggeschworene **Feldmann**, der über diesen Gegenstand im 18. Bande, S. 171 etc., von **Karsten's** Archiv (auch in der berg- und hüttenmännischen Zeitung, 1844, S. 1025 etc.), eine Abhandlung bekannt gemacht hat, den Rath, den runden Seilen mit einer Seele von getheertem Hanf den Vorzug vor allen übrigen zu geben.

In dem Wormreviere fördert man aus saigern Schächten von 100 Lachter (208 Meter) Teufe Tonnen, welche leer 200 bis 300 Kilogr. wiegen und gewöhnlich mit 10 Scheffel Kohlen von einem Gewichte von 1300 Pfund Kölnisch oder 608 Kilogr. belastet sind. Die angewendeten Seile bestehen aus ungeglühtem Draht von 3,3 oder 1,96 Millimeter Stärke (No. 10—15). Im erstern Falle besteht das Seil aus drei Litzen, jedes von 7 Fäden. Das laufende Meter dieser Seile wiegt 1,23 bis 1,46 Kil.; ihr Durchmesser beträgt 22 bis 24 Millimeter. Sie kosten 1,10 oder 1,20 Franken das laufende Meter. Sie biegen sich über Scheiben von 1,25 bis 1,60 Meter, und auf Körbe von 2,50 bis 4 Meter im Durchmesser. Ihre Dauer beträgt 18 bis 24 Monate, wenn sie gut fabricirt und unterhalten sind, wenn die Schächte saiger, die Tonnen gut geleitet und ihre Geschwindigkeit 1 Meter in der Secunde nicht übersteigt. Die ganze Steinkohlenmenge, die ein 100 Lachter langes Seil ausfördert, kann auf 20- bis 30000 Tonnen von 1000 Kilogr. angenommen werden. Um die Seile gegen den Rost zu sichern, überzieht man sie alle drei Monate mit Steinkohlentheer, oder, was noch besser ist, mit einem Gemische von Leinöl, Talg und Graphit. Die Tonne wird an dem Seile durch ein Kettenende (**Zwieselkette**) aufgehängt, die oben in einen Bügel und in einen Ring ausläuft, um dessen kehlförmig vertieften Umfang das Seil geht, dessen zurückgebogenes Ende den obern Theil umgiebt und in denselben eingeflochten ist. Die Fig. 4, Taf. 38, stellt diese Einrichtung dar. Die Drahtseile können, wenn es er-

forderlich ist, auf dieselbe Weise zusammengedreht werden, wie die Hanfseile. Die Litzen der zu vereinigenden Enden werden auf eine Länge von 0,60 Meter aufgedreht und die nicht aufgedrehten Theile des Seiles mittelst eines Spitzbohrs eingeflochten. Die Aneinanderflechtung der Enden veranlasste auf diese Weise eine Erhöhung, deren ganze Länge etwa 1,20 Meter beträgt. Nach Herrn Feldmann sind runde Eisendrahtseile in Schächten, in denen sich die Tonnen mit einer grossen Geschwindigkeit bewegen, d. h., von 1,60 bis 2 Meter in der Secunde, sowie auf Bremsbergen, wo man die Bewegung durch Bremsen oft sehr plötzlich aufhalten muss, sehr unzweckmässig. In diesem Falle zerstören die Stösse die Seile, welche keinen hinreichenden Widerstand leisten können, sehr bald.

Anfertigung der flachen oder platten Eisendrahtseile. Man hat in demselben Bergwerksbezirke, für die Steinkohlengrube Gouley, ein flaches Eisendrahtseil angefertigt. Es besteht aus 6 runden Seilen, jedes aus 4 Litzen und jede Litze aus 4 Drähten von Draht No. 16. In jeder Litze ist ebensowohl, als zwischen den Litzen, eine ungetheerte Hanfseele eingedreht, deren jedes Seil mithin 5 hat.

Der Apparat, dessen man sich auf der Steinkohlengrube Gouley zum Nähen der Seile bedient, ist in Fig. 5 in der obern Ansicht, in Fig. 7 im Durchschnitt nach *AB* der obern Ansicht, und in Fig. 6 in der Seitenansicht dargestellt. Es besteht aus einem hölzernen Tisch, über dessen Mitte sich eine 5 Zoll breite und $\frac{1}{2}$ Zoll starke eiserne Platte *a* befindet. Am obern und untern Ende sind, neben dieser Platte, 2 Schienen *b* (im Durchschnitt auf Fig. 7 angegeben) angebracht, von denen die eine festgestellt, die andere aber mit einer Schraube versehen ist, um sie gegen die erste Schiene näher heranrücken zu können. Diese Schienen sollen verhindern, dass die lose nebeneinander liegenden Seile sich bei'm Nähen bewegen können, und sind desshalb auf der nach Innen gekehrten Seite ausgehöhlt. In der Mitte zwischen diesen Schienen befindet sich zu gleichem Zweck eine mittelst eines dünnen Stückes Schmiedeeisens hergestellte Oeffnung von der Breite der Eisenplatte *a*, und von der Höhe der Drahtseile. Damit nun, wenn durch die Schienen *b* die nebeneinanderliegenden Seile zusammengedrückt werden, keines derselben sich durch den Druck in die Höhe heben kann, sondern alle auf der Eisenplatte *a* aufliegend bleiben, wird ein hölzerner Deckel *d* über die Schienen fest angeschraubt. Dieser Deckel liegt unmittelbar auf den Drahtseilen, welche unbedeutend dicker seyn müssen, als die Schienen hoch sind.

e und *f* sind die Bohrpfriemen, mit denen in den Seilen die Oeffnung für die Naht gemacht wird. Sie sind auf dem Hefttische in einer solchen Höhe befestigt, dass die stählerne Spitze bei'm Vorrücken genau in der Mitte durchbohrt. Die daran befindlichen Schraubengewinde müssen so vollkommen gearbeitet seyn, dass sich die Spitze der Pfriemen niemals anders, als in horizontaler Linie, fortbewegen kann, wenn, wie diess bei'm Nähen der Seile der Fall ist, der Nähtisch in eine horizontale Lage gebracht worden. Der Fuss oder Träger des Pfriemens wird an dem untern Ende mittelst eines eisernen Zapfens am Hefttisch gehalten, während sich in den Armen desselben ein kreisförmiger Ausschnitt befindet, um bei'm Heften die Stellung des Pfriemens beliebig verändern zu können. Um die gehörige horizontale Leitung des Pfriemens bewirken zu können, geht er nicht allein durch eine $2\frac{1}{2}$ Zoll breite Schraubenmutter, sondern auch am andern Ende durch eine Art von Stopfbüchse.

Die Hebel *i* und *k* haben die Bestimmung, die durchgenähte Litze fest anzuziehen.

Das Verfahren bei'm Durchnähen der Seile ist folgendes: Die fertigen runden Seile, welche sämmtlich auf einer grossen Rolle aufgewickelt sind, werden zwischen den auf dem Hefttische befindlichen Schienen *a* nebeneinander auf die eiserne Platte gelegt und durch Anschrauben des Deckels *d*, sowie der Schienen *b*, so festgehalten, dass sich keins derselben bewegen kann. Dann wird durch Herumdrehen des Pfriemens eine Oeffnung in der Mitte der Seile gemacht und durch diese die aus 22 Drähten*) von No. 22 in eine Litze zusammengedrehte Heftschnur gezogen, wobei zum bequemern Durchstechen das andere Ende dieser Heftschnur in einer zugespitzten Hülse von dünnem Eisenblech gehalten wird. Ist die Schnur durchgezogen, so wird dieselbe einige Male um den Hebel geschlungen und mit diesem fest angezogen. Hierauf wird mit dem zweiten Pfriemen eine Oeffnung gemacht und, ganz sowie eben beschrieben, die Heftschnur durch die Seile gebracht, und so mit dem Heften fortgefahren. Das fertige platte Seil wird, sowie die Naht vorschreitet, auf einen hinter dem Hefttisch aufgestellten Haspel gebracht.

Die Heftschnur durchschneidet im fertigen Seil die runden Seile, aus welchen das flache zusammengesetzt ist, ziemlich gleichmässig in einem Winkel von 45 Graden. Ebenso wie bei den Bandseilen müssen auch bei den platten Eisendrahtseilen die Hälfte der runden Seile rechts, die andere Hälfte links zusammengedreht und so nebeneinander gelegt werden, dass ein rechtsgedrehtes Seil neben einem linksgedrehten zu liegen kommt. Hierdurch erhält das flache Seil das zierliche Ansehen eines durcheinander greifenden Geflechtes, während man auch glaubt, dass die einzelnen Litzen gleichmässiger zum Tragen kommen.

Die Kosten für das Nähen des Seiles belaufen sich auf 16⅔ Thaler, werden sich aber bei grösserer Uebung der Arbeiter vermindern. Die ganzen Kosten für das 140 Lachter (291,20 Meter) lange und 2081 Pfund (973,28 Kilogr.) wiegende Seil belaufen sich auf 290 Thaler. Das laufende Lachter kostet mithin 2 Thlr. 2 Sgr. 1,4 Pf. und wiegt 14,9 Pfund; das laufende Meter 3 Fr. 80 Cent. und wiegt 3,345 Kil.

Die Befestigung der flachen Seile an den Zwieselketten geschieht in der Art, dass man das Seil überbiegt und einen Halbring mittelst zweier Nieten einschliesst, ganz so, wie diess bei den hanfenen Bandseilen geschieht.

Die Seilkörbe sind ganz dieselben, wie bei den Bandseilen, und die Seilscheiben haben denselben Durchmesser, wie bei den runden Drahtseilen, also etwa 5 Fuss (1,60 Meter). Die Fördergefässe wiegen leer 600 Pfund (280,62 Kilogr.) und beladen mit 10 Scheffeln Kohlen, à 190 Pfund, gleich 1900 Pfund (888,63 Kilogr.). Die durchschnittliche Geschwindigkeit der Schachtförderung beträgt 5 bis 6 Fuss (1,50 bis 1,70 Meter in der Secunde). Man hat mit dem platten Eisendrahtseil im Monat Januar 1844, 500000 Centner Kölnisch, d. h., 25000 Tonnen zu 1000 Kilogr., grösstentheils aus 115 Lachtern (239 Meter), oder aus 78 Lachtern (162 Meter) saigern Teufe ausgefördert, und es befand sich alsdann in noch sehr gutem Zustande. Das Seil war damals seit 20 Monaten in Gebrauch, ohne dass es irgend einer Reparatur bedürft hätte. In den benachbarten belgischen Steinkohlengruben ist der Gebrauch der flachen Drahtseile sehr verbreitet, und man hat sich ihrer auch zur Fahrung der Mannschaft mit hinlänglicher Sicherheit bedient.

*) Es ist diess die Angabe des Originals, jedoch scheint eine Heftschnur aus 22 Drähten No. 22, sehr stark zu seyn, und es könnte daher ein Druckfehler stattfinden, so dass es 2 Drähte, statt 22, heissen müsste.

Benutzung der Drahtseile zur Haspelförderung. Man bedient sich der Drahtseile im Wormreviere zur Haspelförderung auf flachen Schächten im Innern der Grube, sowie auch bei'm Abteufen saigerer Schächte. Auf der Grube Sichelscheit, wo der Inhalt der Gefässe nur 4 Centner, das Einfallen des Flötzes = 25 Grad, und die Länge der Laufschächte 14 Lachter beträgt, wendet man mit dem grössten Vortheile dünne Seile an, die aus 18 Drähten von No. 15 bestehen, welche in drei mit Hanfseelen versehene Litzen zusammengedreht, das Seil bilden. Der Durchmesser des Haspelrundbaums beträgt 14 Zoll.

Auf der Grube Langenberg wurden runde Eisendrahtseile bei'm Abteufen eines augenblicklich 70 Lachter tiefen saigern Schachtes gebraucht, welche, bei einem Durchmesser von $\frac{3}{4}$ Zollen, aus 20 Drähten von No. 13 bestehen, die sich um einen Rundbaum von 33 Zoll wickeln.

Auch in Frankreich verbreiten sich die Drahtseile immer mehr und mehr. Es scheint, dass man die Hanfseele in den Litzen und in den Seilen im Allgemeinen vortheilhaft findet. Die Seile haben auf diese Weise einen grossern äussern Durchmesser und sollen biegsamer seyn. Zur Tragkraft der Seile tragen die Hanfseelen gewiss nichts bei; sind sie wirklich nützlich, so hat diess wahrscheinlich darin seinen Grund, weil sie gestatten, dem Draht eine geringere Drehung zu geben.

Wasserwaagen (*Balances d'eau*) oder Förderung mittelst Gegengewichten. In Gruben von geringer Teufe, welche ihre Wasserlösung durch Stollen erhalten, kann man zur Förderung das Wasser benutzen, welches in der Sohle der Schachtöffnung fliesst, indem man die Wasserwaagen genannten Maschinen anwendet. Auf Taf. 41 ist eine solche Wasserwaage abgebildet, wie sie auf einer Steinkohlengrube zu Merthyr-Tydwill in Südwales im Betriebe ist. Die Fig. 1 ist ein Grundriss der Maschine. Fig. 2 stellt in ihrem linken Theil einen senkrechten Durchschnitt durch eine Ebene dar, die senkrecht auf der Mitte der Seilscheibenachse steht, und in ihrem rechten Theile einen Aufriss der Maschine nach einer senkrechten Ebene, die parallel mit der Ebene der Seilscheibe ist. Fig. 3 ist ein Aufriss nach einer senkrechten Ebene, die parallel mit der Achse der Seilscheibe ist. Die Fig. 4 ist ein Grundriss des vertieften Plateau's, auf welches die Förderwagen gestellt werden. Die Fig. 5 ist ein Grundriss von dem Rahmen, an welchem die Backen der Wasserwaage mittelst Kettenenden aufgehängt sind, die sich mit der über die Seilscheibe gehenden Förderkette verbinden. Auf allen Figuren sind dieselben Gegenstände mit gleichen Buchstaben bezeichnet.

AB ist eine länglich viereckige gusseiserne Platte, welche den ebenfalls länglich viereckigen Schacht bedeckt. In dieser Platte sind zwei kreisrunde Oeffnungen *CD* angebracht, welche die Oeffnungen zweier nebeneinander liegender runder Schächte bilden. Ueber dieser Platte steht das gusseiserne Gerüst, welches eine Seilscheibe trägt, die eine solche Stellung hat, dass die beiden Tangenten auf die Enden ihrer horizontalen Durchmesser in der Verlängerung der Achsen von den beiden runden Oeffnungen liegen, die zwei nebeneinander befindliche Förderungsschächte darstellen. Dieses Gerüst besteht aus einem länglich viereckigen horizontalen Gebälke, welches auf 6 schiefstehenden Säulen ruht. Das Gebälk des Gerüstes ist durch ebenfalls gusseiserne Querriegel *E*, *E*... verbunden, die man in den Figg. 1, 2 u. 3 sieht.

Eine starke eiserne Kette geht über die Scheibe *P*. An ihren beiden Enden sind zwei cylindrische Gefässe angehängt, deren äusserer Durchmesser nur etwas klei-

ner, als der der runden Oeffnungen *CD*, ist. Ein jedes von diesen Gefässen ist am Boden mit einem Ventil *u* versehen, durch welches es von dem Wasser geleert werden kann. Auf den oberen Rändern sind Schienen *rr'* angebracht, welche die Wagen aufnehmen, mit denen die Streckenförderung bewirkt ist, und welche darauf in dem Schachte zu Tage gefördert worden sind.

FGHK, Fig. 2, stellt eins von diesen Becken dar, welches zur Schachtöffnung gelangt ist. Um das Ventil zu zeigen, hat man einen Theil der vordern äussern Wand in der Zeichnung weggelassen. Man sieht in Fig. 2 u. 4 die beiden Schienen *rr'* und den Riegel *o*, durch welchen man das Becken befestigt, sobald es zur Tageöffnung in eine bestimmte Stellung gelangt ist.

S ist eine im Schachte stehende senkrechte Stange, oder eine in demselben ausgespannte Kette, welche durch die Hülse *M* geht, die am Boden des Beckens befestigt worden ist. Mit ihrem untersten Ende ist sie in der Sohle des Schachtes eingelassen und mit ihrem obern in dem Gerüst über dem Schachte. Sie hat den Zweck das Becken zu leiten, zu verhindern, dass es sich um seine Achse drehe und während seiner auf- und absteigenden Bewegung schwanke. Jedenfalls ist zur Leitung eines Beckens eine Stange hinreichend.

m ist eine Scheibe, über die eine kleine, mittelst ihrer Enden mit den Enden des Ventilhebels *l* verbundene Kette geht. Der Maschinenwärter kann mittelst dieser Kette das eine oder das andere Ventil heben, wenn das Becken zur Sohle des Schachtes gelangt ist. Neben der grossen Scheibe *P* und auf derselben Welle ist ein Rad *R* angebracht, auf welches die in den Figg. 1, 2 u. 3 dargestellte Bremse wirkt. Der Hebel dieser Bremse ist mit einer Kette ohne Ende verbunden, die um eine Welle geht, die in der Nähe der Sohle angebracht und mit einem Rade versehen ist. Der Maschinenwärter zieht die Bremse an oder lös't sie, indem er in die Speichen des Rades I greift.

T, *T* sind gusseiserne Röhren, welche das Aufschlagewasser zur Schachtöffnung führen. An diesen Röhren ist ein Windkessel angebracht, wie Fig. 3 zeigt. Es laufen diese Röhren in einem verschlossenen Kasten aus, auf dessen Boden zwei Kegelventile *V*, Fig. 2, angebracht sind; unter diesen Ventilen führen zwei kegelförmige Röhren mit senkrechter Achse *XX* das Wasser in das eine oder das andere der beiden Becken. *xy* sind Hebel, mittelst denen man die beiden Ventile öffnet oder verschliesst. *k* ist eine Kette, welche den Zweck hat, den Wagen auf der obern Scheibe des Beckens zu erhalten.

Das Spiel dieser Maschine ist sehr einfach. Die Länge der über die grosse Scheibe gehenden Kette ist so bestimmt, dass, wenn eins von den Becken zur Sohle des Schachtes gelangt, das andere gerade im Niveau der Tagesöffnung befindlich ist. Das mit Wasser gefüllte Becken ruht alsdann im Tiefsten des Schachtes auf den Rändern eines kreisförmigen Troges, der zu seiner Aufnahme dient. Die obere Scheibe dieses Beckens liegt in der Sohle der Förderstrecke; die auf dieser Scheibe liegenden Schienen befinden sich in einer geraden Linie mit denen der Förderbahn, auf welcher die leeren Wagen zu den Abbauen oder zu den Streckenörtern gestossen werden. Zu gleicher Zeit befindet sich die Scheibe des zu Tage gelangten Beckens in der Tagessohle, und die Schienen liegen in gleicher Linie mit denen der Förderbahn, welche die zu Tage angelangten Wagen durchlaufen müssen, um die Kohlen zur Ablage zu fördern.

Wenn demnach eins von den mit Wasser gefüllten Becken zur Schachtsohle gelangt ist, so schiebt man den von diesem Becken getragenen leeren Wagen auf die Bahn unter Tage, und man ersetzt ihn durch einen gefüllten Wagen, der aus derselben Bahn oder auf der Verlängerung derselben auf der andern Seite des Schachtes herbeigefördert worden ist. Zu gleicher Zeit haben die Arbeiter über Tage den beladenen Wagen auf der über Tage angebrachten Bahn weiter gefördert und haben denselben durch einen leeren Wagen ersetzt. Sobald im Schachttiefsten der leere Wagen durch einen beladenen ersetzt worden ist, hat der Maschinenwärter das Ventil dieses Bekkens geöffnet, damit das Wasser auslaufen konnte. Dieses Wasser läuft auf dem Stollen mit den Grundwassern ab, mit denen daher der runde Trog im Schachttiefsten in Verbindung stehen muss. Nachdem alles diess geschehen ist, lös't der Maschinenwärter die Bremse, zieht den Riegel *o* zurück und füllt das an der Tageöffnung befindliche Becken mit Wasser, bis dass die Maschine sich in Bewegung setzt. Er verschliesst alsdann das Ventil und mässigt die Geschwindigkeit durch Anziehen der Bremse, in dem Maasse, dass die Kette auf der Seite des leeren Wagens die Bewegung zu beschleunigen sucht. Diess Manöver wiederholt sich jedesmal, wenn ein mit Kohlen gefüllter Wagen auf einem Becken ohne Wasser zu Tage und ein leerer Wagen auf einem mit der hinlänglichen Wassermenge gefüllten Becken zum Schachttiefsten gelangt. Das Nachtheilige der Wasserwaage in Beziehung auf den Haushalt der Aufschlagewasser besteht darin, dass das Gewicht des Wassers in dem Becken, welches den niedergehenden leeren Wagen trägt, hinreichend seyn muss, um nicht allein die Ladung des Wagens und die Reibung der Maschine, sondern auch das stets bedeutende Gewicht der starken eisernen über die Scheibe laufenden Kette zu tragen. Man verbraucht daher mehr Wasser, als die auszufördernde Last beträgt, und muss alsdann die Geschwindigkeit durch eine Bremse mässigen. Auf einigen Steinkohlengruben in Südwales giebt es Wasserwaagen, die im Allgemeinen auf dieselbe Weise eingerichtet worden sind, wie die auf Taf. 41 dargestellte, bei denen man aber noch eine zweite Kette hinzugefügt hat, welche mit ihren beiden Enden unter den beiden Becken hängt und demnach mit der über die grosse Scheibe gehenden Kette eine Kette ohne Ende bildet, zwischen welcher die Becken angebracht worden sind. Diese Kette bewegt sich im Schachttiefsten in einem Gesenk unter der Sohle der Förderstrecken und der cylindrischen Vertiefungen, welche die Becken aufnehmen. Wenn sie eine gleiche Länge mit der Hauptkette hat, so hält sie dieser fortwährend das Gleichgewicht, und das Gewicht des Aufschlagewassers hat nur das des Fördermaterials und die Reibung zu überwinden. In Wales fördert man mit den Wasserwaagen gewöhnlich Wagen aus, die mit etwa 1000 Kilogrammen Steinkohlen beladen sind. Der leere Wagen wiegt mit seinen Rädern etwa 300 Kilogr. Fügt man nun zu diesem Gewichte noch das der Becken hinzu, welche zur Aufnahme des Wassers dienen, sowie das des eisernen Seiles, so sieht man, dass die Zapfen der Seilscheibe sehr bedeutend belastet ist, obgleich der Schacht nur eine geringe Teufe zu haben braucht, und dass er folglich einen bedeutenden Durchmesser haben muss. Es sind diess die einzigen Nachtheile der übrigens sehr einfachen Maschinen, und sie bleiben die bestmöglichen Mittel in Beziehung auf den Haushalt der Aufschlagewasser, sobald sie mit Sorgfalt eingerichtet sind und nur Schächte von geringer Teufe bedienen. In Wales haben die mit diesen Fördermaschinen versehenen Schächte nur eine Teufe von 15 bis 20 Meter.

Einrichtung der Wasserwaagen, wenn die untersten Förderstrekken unter der Stollensohle liegen. Man gebraucht in Wales die Wasserwaagen nur zur Ausförderung derjenigen Steinkohlen und Eisenerze, die in dem Grubenfelde über dem Stollen gewonnen werden. Jedoch wird es möglich seyn, mittelst sehr einfacher Abänderungen, das Wassergefälle vom Tage bis zu der Sohle dieser Strecke auch zu der Förderung des Materials aus tiefern Sohlen zu benutzen. Folgendes ist eine von den anzuwendenden Einrichtungen. Auf dem Förderschacht müsste eine Scheibe angebracht werden, über welche das Seil liefe, an dessen Enden die Platten angehängt wären, auf dessen Schienen man die leeren Wagen oder die Fördertonnen stellte. Die Welle der Seilscheibe würde sich über das Gerüst hinaus verlängern und mittelst eines Muffs mit einer andern guss- oder schmiedeeisernen Welle, durch welche die Wasserwaagemaschine mit der Fördermaschine in Verbindung gesetzt werden könnte. Die Wasserwaage müsste auf einem andern Schachte angebracht seyn, der mit der Stollensohle durchschlägig wäre. Die Achse der grossen Kettenscheibe der Maschine würde sich mit der Welle, welche die Bewegung mittheilt, mittelst eines andern Muffs, oder einer ähnlichen Vorrichtung der Art verbinden. Die Durchmesser der Seilscheiben der Wasserwaage und des Förderseils müssten im umgekehrten Verhältnisse der respectiven Teufen der Schächte, über denen diese Scheiben angebracht sind, stehen, damit die Becken der Wasserwaage und die Fördertonnen gleichzeitig an den Endpuncten ihrer Bewegung anlangten. Man kann auch, statt verschiedener Durchmesser der Scheiben, Räderwerk zur Mittheilung der Bewegung anwenden, oder beide Mittel miteinander verbinden. Die Wasserwaagen können, nach unserm Dafürhalten, stets da mit Vortheil angewendet werden, wo die Teufe des Förderschachtes nicht viel bedeutender ist, als die, welche der Stollen einbringt. Es würde in allen Fällen leicht seyn, sich zu überzeugen, ob das Volum des Wassers, welches man zu seiner Verfügung hat, zu dem auszufördernden Gewichte hinreichend sey.

Mittel, das Einfördern von Bergen zum Versatz, zum Ausfördern zu benutzen. In Gruben, in welche Berge zum Versatz der abgebauten Räume eingeführt werden müssen, bietet sich von selbst die Idee dar, das Gewicht der eingehängten Berge zur Schachtförderung auf eine ähnliche Weise zu benutzen, d. h., durch Wasserwaagen oder selbst durch gewöhnliche, mit starken Bremsen versehene Göpel. Hängt man an die Enden der Kette von dem auf Taf. 41 dargestellten Apparat einfache Platten, so müsste das Gewicht eines mit Bergen angefüllten, auf der einen stehenden Gefässes ein mit Erzen angefülltes, auf der andern stehendes, aufwärts fördern. So werden in der Quecksilbergrube zu Almaden in Spanien die Materialien, welche in dieselbe zur Aufführung der gemauerten Pfeiler eingeführt werden müssen, in die abwärtsgehenden Tonnen gesetzt und halten alsdann den mit Erz beladenen das Gleichgewicht. In Gruben, die regelmässig mit Bergeversatz abgebaut werden, würde es besonders vortheilhaft seyn, die bedeutende Triebkraft nicht zu verlieren, welche das Einhängen der Berge gewährt. Jedoch hat die Organisation der doppelten gleichzeitigen Förderung der Berge und der Erze oder Steinkohlen, in der Grube und über Tage, solche Schwierigkeiten, dass bei den auf diese Weise betriebenen Gruben die Berge fast immer durch Schächte hineingestürzt werden, welche besonders zu diesem Zweck eingerichtet sind. So verfuhr man auf diese Weise in den Steinkohlenbergwerken zu Creuzot und zu Decazeville. Uebrigens kann man die Abbaue und die Streckenförderung so einrichten, um das Einstürzen der Berge zu benutzen, ohne das

tägliche Förderquantum zu beschränken. Man müsste zu dem Ende besondere Wagen für die Berge und andere für das auszufördernde Material haben; und wenn die Förderung sehr lebhaft ist, so müssten diese Wagen auch auf besonderen Bahnen sowohl über, als unter Tage sich bewegen. Die Fördermaschine müsste auf einmal einen mit Kohlen oder Erz beladenen und einen leeren Wagen für die Berge ausfördern, während ein mit Bergen gefüllter nebst einem leeren Erzwagen auf der andern Seite abwärts gingen. Das Becken der Wasserwaage auf Taf. 41 würde demnach durch eine zweite Platte mit zwei Schienenenden ersetzt werden, welche von der ersten soweit getrennt wären, dass ein Wagen der ersten oder der zweiten Art darauf Platz finden könnte. Das Gerüst mit der Scheibe *P* müsste hoch genug seyn, damit die untere Platte über Tage ankommen könnte und der saigere Schacht müsste unter der Förderbahn unter Tage Teufe genug haben, damit die untere Schale in dieses Gesenk treten und die obere Schale in gleicher Höhe mit der Sohle seyn könnte. Nehmen wir nun an, dass das System der beiden aufgehenden Schalen mit Erz oder Kohlen gefüllt und darunter mit einem leeren Wagen für die Berge beladen sey, während das System der abwärtsgehenden Platten einen leeren Erzwagen auf der untern Schale, und darüber einen mit Bergen gefüllten Wagen tragen. Wenn die Schale mit dem gefüllten Erzwagen zu Tage gelangt seyn wird, so wird der leere Erzwagen auf der Sohle der Förderstrecken befindlich seyn. Man erhält alsdann mittelst der Bremse die Maschine in dieser Stellung; den gefüllten Erzwagen fördert man über Tage weiter, den leeren auf der Förderstrecke, untersetzt den ersten durch einen mit Bergen gefüllten Wagen und den zweiten durch einen leeren Bergewagen. Lös't man alsdann die Bremse, so wird das Gewicht der Kette auf der Seite der abwärtsgehenden Schalen hinreichend seyn, die Maschine in derselben Richtung zu bewegen, obgleich der gefüllte Erzwagen durch einen schwerern gefüllten Bergewagen versetzt worden ist. Man hält das System in dieser Stellung an, wo der leere Bergewagen in die Sohle der Förderbahn über Tage gelangt seyn wird, der gefüllte Bergewagen dagegen in die Sohle der Förderstrecke. (Es wird diess die Gränze von dem Laufe der Maschine seyn.) Stösst man diese Wagen auf den Bahnen vorwärts, welche ihnen resp. entsprechen, so wird man den über Tage durch einen leeren Erzwagen und den auf der Streckensohle durch einen gefüllten ersetzen. Ertheilt man alsdann der Maschine die Freiheit, sich zu bewegen, so bestimmt das Gewicht der Berge, die auf der obern Schale stehen, eine Bewegung in entgegengesetzter Richtung von der, die vorher stattfand, und das Manöver wird auf dieselbe Weise fortdauern. Die Bewegungen im Schachte können keine Schwierigkeiten haben, vorausgesetzt, dass das Gewicht der Berge und der Erze in dem Wagen, sowie das Gewicht der Seile, zweckmässig regulirt sind. Man wird leicht einsehen, dass, wenn man das Gewicht der Erze oder Kohlen mit q, das der Berge mit Q, das des Seiles auf einer Länge, welche gleich der Teufe des Schachtes ist, mit p, und die Stärke der Reibung, auf das Ende von dem Halbmesser der Scheibe zurückgeführt, mit F bezeichnet, man für die oben beschriebene Bewegung haben würde, $q + p > Q + F$ und $Q >$ als $q + F$, woraus man folgert, dass das Gewicht grösser ist, als $2\,F$. Um die Förderung ununterbrochen betreiben zu können, müsste sie sowohl über als unter Tage so eingerichtet werden, dass ein leerer Erzwagen und ein leerer Gebirgewagen zugleich zur Schachtöffnung gelange, während zu gleicher Zeit ein leerer Gebirgewagen und ein beladener Erzwagen auf der Schachtsohle ankommen. Es würde diess im Allgemeinen doppelte

Bahnen erfordern. Um die Durchkreuzungen der Bahn zu vermeiden, könnte man die Schachtöffnungen mit ebenen gusseisernen Platten umgeben, auf welche die Eisenbahnen auslaufen, und auf der Sohle des Schachtes könnte man ähnliche Platten anbringen, auf welche die Förderstrecken ausgehen. Die Durchkreuzungen der Bahn und die Bewegung der Lenkschienen würde in Wahrheit Umstände veranlassen, welche man vermeidet, wenn man die Wagen auf ebenen gusseisernen Platten laufen lässt. Damit nun die Streckenförderung und der Bergeversatz den eigentlichen Abbau nicht stören, müsste man im Allgemeinen die Grube in bestimmte Felder theilen, von denen das eine versetzt wird, während die anderen im eigentlichen Abbau stehen. Wenn sich eine söhlige Förderbahn von zwei Seiten des Förderschachtes aus erstreckt, z. B., nach Norden und nach Süden, so nimmt man nur das nördliche Feld in Abbau, während man die vorher nach Süden zu liegenden Felder bereits abgebaut hat, und umgekehrt.

Rampen oder flache Schächte mit Wasserwaagen. Das Gewicht des Wassers oder der Berge, welche in die Grube eingefördert werden, lassen sich auch dazu benutzen, um Erze oder Steinkohlen auf geneigten Ebenen oder Rampen aufzufördern, welche auf der Sohle abfallender Strecken oder flacher Schächte, welche zu Tage ausgehen, vorgerichtet sind. In einer Steinkohlengrube des *Grand-Combe* im franz. Garddepartement hat man das Einhängen von Bergen auf einer einfallenden Strecke zur Ausförderung der Steinkohlen benutzt. Der vorgerichtete Apparat hat einige Aehnlichkeit mit dem auf der Rampe im Steinbruche zu Meudon, welcher auf Taf. 32 dargestellt worden ist. In Steyermark hat man über Tage mehrere geneigte Ebenen mit Wasserwaagen zur Aufförderung der Eisenerze von einer Sohle auf eine höhere angerichtet. Die Taf. 42, 43 und 43*a* stellen eine von diesen geneigten Ebenen dar, die an dem östlichen Abhange des Erzberges auf einer Länge von 125 Metern und mit einer Steigerung von 30 Grad vorgerichtet worden ist. Zwei andere ähnliche geneigte Ebenen, die eine von 192, und die andere von 254 Meter Länge, bilden einen Theil von dem grossen Eisenbahnsystem, wodurch die Vordernberger Eisenhütten mit Erzberger Eisenstein versehen werden. Die Fig. 1, Taf. 42, und die Fig. 1, Taf. 43, stellen die erstere einen Aufriss und die zweite einen Grundriss von dem obern Theil der Rampe dar, sie zeigen die Art und Weise des Entleerens der Wagen und den horizontalen Haspel mit conischen Seilkörben. Die Figg. 1 u. 2, Taf. 43 *(a)*, stellen den untern Theil der geneigten Ebene, sowie die Art und Weise des Beladens des Wagens, vor. Die auf der geneigten Ebene laufenden Wagen sind starke blecherne Kästen, mit eisernen Bändern verstärkt, und auf einem schmiedeeisernen Gestelle stehend, welches mit 4 gusseisernen Rädern versehen ist. Der Kasten ist durch einen Scheider, den man im senkrechten Durchschnitte in Fig. 1, Taf. 42, und in Fig. 1, Taf. 43 *(a)*, in der punctirten Linie *lm* sieht, in zwei Abtheilungen getheilt. Das Eisenerz wird in den vordern Theil geladen; das Wasser, dessen Gewicht das ganze System in Bewegung setzt, wird am obern Theil der geneigten Ebene in die hintere Abtheilung des leeren Wagens eingegossen. Die vordere Abtheilung enthält 40 Wiener Centner (2240 Kil.) Erz; die hintere Abtheilung muss etwas mehr als 50 Centner (2800 Kil.) Wasser, weil zu Anfang der Bewegung das Gewicht des Wassers zu gleicher Zeit dem Gewichte des Erzes und dem Gewichte des Seiles das Gleichgewicht halten muss, welches letztere ohngefähr 10 Centner (560 Kilogr.) beträgt. Die Hinterräder, auf denen das schmiedeeiserne Gestell ruht, haben im Kranz 1,10 Meter Durchmesser und sind an der gemeinschaftlichen Achse unbeweglich befestigt, wogegen sich die Vorderräder, welche

im Kranz 0,57 Meter im Durchmesser haben, frei um die Schenkel bewegen. Jedes derselben ist, wie man aus Fig. 1, Taf. 43, ersieht, in einer Art von Gabel eingeschlossen; man hat selbst den Büchsen, welche die Achsen dieser Räder enthalten, in senkrechter Richtung einen Spielraum gelassen, damit sie während der Bewegung des Füllens und des Ausstürzens der Wagen stets auf den Schienen bleiben. Der Kasten ist mit dem Gestell durch horizontale Zapfen *h* verbunden, um welche er sich drehen kann. Wenn der Wagen auf der geneigten Ebene aufwärts oder abwärts geht, so ruht er hinten auf dem Querstück *i*. Der Bügel *N*, welcher den Wagen mit dem Seile verbindet, kann sich bei *n* um Zapfen drehen. Am obern Theile der geneigten Ebene sind die Enden der Schienen auf einem hölzernen Gerüst *wx* befestigt, welche sich um eine horizontale Achse *y* drehen kann. Wenn der mit Erz beladene Wagen an das obere Ende der geneigten Ebene angelangt ist, so stossen die Vorderräder gegen die hohlen cylindrischen Haken *w*, das Gerüst *wx* dreht sich um die Zapfen *y* und nimmt die horizontale Stellung an, welche in Fig. 1, Taf. 42, mit punctirten Linien bezeichnet ist. Der Kasten schwankt alsdann seinerseits um die Zapfen *h*, nimmt die ebenfalls auf der erwähnten Figur mit punctirten Linien bezeichnete Stellung an, und das in der vordern Abtheilung enthaltene Erz fällt in den Wagen *G*, der auf einer untern Eisenbahn steht; die Tafel *D* verhindert das Erz, über den Wagen *G* hinauszufallen. Wenn der Kasten ausgestürzt worden ist, so kommt der Schwerpunct über den Zapfen *h* hinaus zurück, und er stützt sich wieder von selbst auf die Querstange *i*, das Gerüst *wx* dreht sich um die Zapfen *y*, und das ganze System gelangt durch die Einwirkung seiner Schwerpuncte in die ursprüngliche Stellung zurück.

Während man den Wagen am obern Ende der Rampe ausstürzt, füllt man den unten befindlichen mit Erz. Ein mit Erz gefüllter Wagen, Fig. 1, Taf. 43 *a*, wird über den vordern Raum des Wagens *M* geführt. Er wird mittelst eines auf der Figur angegebenen Apparats gewogen. Darauf hängt man die Haken los, welche den Boden dieses Wagens festhalten, der sich um horizontale Zapfen dreht, und das Erz fällt in den Wagen *M*. Wenn derselbe beladen ist, so lässt man das in der hintern Abtheilung befindliche Wasser durch ein Ventil ablaufen. Um das ganze System in Bewegung zu setzen, ist es hinreichend, die hintere Abtheilung des am obern Ende der geneigten Ebene befindlichen Wagens mit Wasser zu füllen. Zu dem Ende ist in der Nähe dieses obern Endes ein Behälter angebracht, welcher fast 50 Cubikmeter Wasser aufnehmen kann. Zwei senkrechte Röhren *Q*, Fig. 1, Taf. 42, und Fig. 1, Taf. 43, die sich zu beiden Seiten der Doppelbahn von der geneigten Ebene über einer horizontalen Röhre verzweigen, welche unter derselben durchgeht und mit dem Behälter in Verbindung steht, laufen oben in einen Anhang aus, an welchem ein starker lederner Schlauch angebracht ist. Ein grosses, unter dieser Röhre angebrachtes Ventil wird durch die Stange *q* gehoben, und das durch den Schlauch herbeigeführte Wasser füllt den Wasserkasten des Wagens in weniger als Minuten bis zu einer gewissen Höhe mit Wasser. Während des Niederganges wird die Geschwindigkeit mittelst einer doppelten Bremse bis auf etwa 1 Meter in der Secunde gemässigt und regulirt. Die Schuhe dieser Bremse *a*, *b*, Fig. 1, Taf. 42, und Fig. 1, Taf. 43, drücken gegen die beiden Enden des senkrechten Durchmessers von der Peripherie eines Spillenrades *P*, von 5,60 Meter Durchmesser, welches auf der Korbwelle angebracht ist. Die Schuhe werden durch einen Mann angezogen, der auf den Hebel *d* tritt, welcher in einem gezahnten Sector endigt, in welchen das Ende eines Sperrkegels tritt, welcher durch den

Arm *e* bewegt wird. Der Hebel *d* wirkt zu gleicher Zeit auf die beiden Bremsschuhe, mittelst der Verbindungsstange *c, c.* Das ganze System wird übrigens durch den Balancier *g,* der mit einem Gegengewicht *f* versehen ist, im Gleichgewicht erhalten. Eine noch weit stärkere Bremse wird durch die beiden senkrechten Säulen *f' f',* Fig. 1, Taf. 42 und 43, gebildet, indem dieselben gegen ein Rad *c'* von 4,90 Meter Durchmesser, das sie zwischen sich haben, drücken. Dieses Bremsrad sitzt auf der Korbwelle zwischen den beiden Abtheilungen des conischen Korbes und dient zur Hemmung des Herabgehens des mit Wasser gefüllten Wagens, in dem Falle eines Seilbruchs des aufsteigenden, mit Erz beladenen Wagens. Die Bremse wird nach dem Belieben des Arbeiters durch die Wirkung eines Gegengewichtes *p* angezogen, welches die Bremssäulen *f' f',* mittelst der eisernen Stangen *n, n',* der Winkelhebel oder Wendedocken *o'* und *m',* der Verbindungsstangen *l, l'* und der doppelten Hebedaumen *k,* welche in Fig. 2, Taf. 42, nach einem weit grössern Maassstabe dargestellt worden ist, unten einander nähert. Das Gegengewicht *p* besteht aus einem sehr schweren hölzernen Kasten, der mit Eisen beschlagen ist, und die Räumlichkeit von mehr als 1 Cubikmeter hat. In dem gewöhnlichen Zustande wird dieses Gegengewicht durch einen Riegel unterstützt, welcher die Verbindungsstange *n* an dem obern Balken des Gerüstes feststellt. Wenn nun das Seil des aufsteigenden Wagens zerreisst, so zieht der Arbeiter den Riegel mittelst einer dazu angebrachten Stange schnell zurück; der Kasten *p* sinkt herab, stösst dabei gegen den Nagel *s,* welcher eine grosse Klappe an dem obern Wasserbehalter öffnet, so dass sich der Kasten *p* rasch mit Wasser füllt und die Bremse immer stärker angezogen wird. Um im Fall eines Seilbruchs eine zu rasche rückgängige Bewegung des Wagens zu verhindern, ist eins von den grossen Hinterrädern mit einem Sperrrade *a'* versehen, in welches der Sperrkegel *b'* eingreift, welcher die rückgängige Bewegung des Rades verhindert. Sobald demnach der Wagen zurückzugehen beginnt, drehen sich die grossen Räder nicht mehr um, sondern gleiten auf den Schienen. Der Kegel wird von den Zähnen des Rades des abwärtslaufenden, mit Wasser angefüllten Wagens befreit.

Wegen desselben Zwecks, um Zufälle zu verhindern, hat man an dem obern Ende der geneigten Ebene einen Apparat angebracht, der das Hinablaufen des von Erz geleerten und mit Wasser beladenen Wagens verhindert, ehe das Signal gegeben worden ist, welches andeutet, dass der untere Wagen in Ordnung und bereit emporzusteigen ist. Zu dem Ende wird ein senkrechter Rahmen *v'*, Fig. 1, Taf. 42 und 43, der auf- und absteigen kann, und der mit eisernen Bändern *w', w'* versehen ist, die gegen die senkrechten Schieber unter der geneigten Ebene treten, durch die Wirkung eines Gegengewichts *t,* welches mit diesem Rahmen durch einen Balancier und eine Achse *s* verbunden ist, gehoben, wenn man die Wirkung des Gegengewichts mittelst der Stange *r* etwas in Bewegung setzt. Sobald der aufwärtsgehende Wagen über die senkrechte Ebene des Rahmens hinaus ist, hebt man denselben und er steht hinter dem Wagen, hinter oder ganz in der Nähe von dem beweglichen Theil der Schienen; man senkt ihn von Neuem in dem Augenblicke, in welchem von dem untern Ende der geneigten Ebene das Zeichen, die Wagen in Gang zu setzen, gegeben worden ist.

Das Spillenrad *P* dient auch noch mittelst des Haspels und der Getrieberäder *UZ,* welches an dem Gerüst befestigt ist, zu einigen, viel Kraft erfordernden Bewegungen, welche man mit der Hand machen muss. So haben die Seile der geneigten Ebene, wenn sie neu sind, eine Länge von 126,50 Meter, und 0,078 Meter Durchmes-

ser. Sie verlängern sich bei dem Gebrauche bis zu 131,1 Meter, und ihr Durchmesser vermindert sich bis zu 0,07 Meter.

Wenn die Verlängerung stattgefunden hat, so verkürzt man die Kette, an welcher der Wagen hängt, oder man befestigt sie vielmehr an einem entferntern Puncte an dem Ende des Seiles. Dennoch ist es zuweilen der Fall, dass der bewegende, niedergehende Wagen unten an der geneigten Ebene angelangt, ehe der beladene Wagen auf dem beweglichen Gerüst, welches sie oben endigt, angekommen ist. In diesem Falle zieht man den beladenen Wagen mit dem Haspel *UZ* etwas höher, indem man um die Rolle *Z* ein Bandseilende legt, an dessen Ende ein doppelter Haken angebracht ist, welchen man an eine von den Spillen des Rades *P* hängt. Fig. 3, Taf. 42, stellt das Bandseil und den doppelten Haken dar. Der Vorgelegehaspel verstärkt die durch das Haspelhorn ausgeübte Kraft in dem Verhältnisse von 1 zu 160.

Die Seile wickeln sich auf der kegelförmigen Trommel auf. Sie gehen über Frictionsrollen, welche in der Verlängerung der geneigten Ebene angebracht worden sind; jede Rolle sitzt in einem hölzernen Rahmen, welcher sich auf Rollen in eisernen Rinnen bewegt, die auf den Schwellen befestigt worden sind, so dass sich der Rahmen mit der Seilrolle, parallel mit sich selbst in der Querrichtung der Bahn, in dem Maasse bewegt, als sich die aufeinanderfolgenden Windungen des Seiles auf- oder abwickeln. Die Rolle befindet sich in dem Augenblicke in der senkrechten Ebene, welche durch die Achse der geneigten geht, in welchem der Wagen an dem obern Ende der letztern anlangt, wie man in Fig. 1, Taf. 43, sieht. Nach einer einzigen Windung ist er schon hinreichend weit von der Trommel entfernt, so dass es durchaus keinen Nachtheil hat, dass die Ebene der Rolle fortwährend parallel mit sich selbst und senkrecht auf der Korbachse bleibt. Man sieht, dass man den Rahmen einer jeden Rolle in einer solchen Neigung angebracht hat, dass ihre Ebene den durch die beiden Theile des Seils, welches über die Rolle geht, gebildeten Winkel fast in zwei gleiche Theile theilte. Alles diess ist hinlänglich auf den Abbildungen ausgedrückt. Um auf dieser 125 Meter langen geneigten Ebene 40 Centner Erz aufzufördern, sind $\frac{5}{8}$ bis 6 Minuten erforderlich; man kann demnach in 12 Stunden 4800 Centner Erz fördern.

Die Fig. 2, Taf. 43, stellt den Wagen *M* mit seinen Rädern und mit seinem Gestelle nach einem weit grössern Maassstabe dar, als der bei den übrigen Figuren angewendete. Jedoch hat man nur die eine Hälfte dargestellt, indem die andere ganz gleich ist.

Die Fig. 3, Taf. 43*a*, stellt eine Seitenansicht von einem der Wagen *G* Fig. 1, Taf. 42, und Fig. 43*a* dar, welcher sich auf dem söhligen Theile der Eisenbahn bewegt.

Tonnen, Körbe und andere Fördergefässe. Die am Häufigsten bei der Förderung der Erze und Steinkohlen in saigern Schächten angewendeten Gefässe sind hölzerne mit eisernen Reifen umgebene Tonnen. Das Ende des Förderseiles verbindet sich mit einer eisernen Kette, welche in einen grossen Ring ausläuft. Von diesem ab gehen 3 oder 4 Kettenenden, von denen jedes in einen zurückgekrümmten Haken endigt. Der zurückgebogene Theil des Hakens ist an seinem Ende dünn, lang und dem geraden Theile nahe, damit der an den Rändern der Tonne angebrachte Ring, in welchen man den Haken einhängt, aus demselben nicht entweichen könne. Die an dem Rande der Tonne angebrachten und hervorstehenden Ringe sind an den Flachstäben angeschmiedet und auf sich selbst zurückgebogen; die beiden einander genäherten und

zur Bildung des Ringes abgerundeten Theile sind darauf voneinander getrennt und zurückgebogen, um die Arme zu bilden, welche sich auf der äusseren Wand der Tonne anlegen. Diese Arme sind unmittelbar auf den Dauben befestigt; sie greifen unter den obern Reif der Tonne und sind an den Dauben mittelst Schraubenbolzen mit Muttern befestigt. Mit Hülfe solcher Tonnen wird, z. B., die Förderung im mittlern und nördlichen Frankreich, in Belgien etc. bewirkt. Ihr räumlicher Inhalt ist nach der Kraft der Maschine, der Lebhaftigkeit der Förderung etc. verschieden; in den Umgebungen von Rive de Gier beträgt er 8 bis 10 Hectoliter; in der Nachbarschaft von Anzin 6 bis 7, und in mehren Steinkohlengruben der Provinzen Hennegau und Lüttich wendet man Fördergefässe an, die 12, 15 bis 25 Hectoliter aufnehmen. Man hängt sie an das Förderseil, indem man die Haken von den eisernen Ketten, welche am Ende des Seils befindlich sind, in die Ringe der Tonnen greifen lässt. Man macht sie von dem Förderseile los, indem man die Haken aus den Ringen auslöst. Es ist diess sehr leicht und schnell ausführbar, wenn die Ketten schlaff sind. Es ist kaum nöthig, zu bemerken, dass die Ketten, die Haken und die Ringe aus dem besten und weichsten Eisen angefertigt werden müssen. Eine Tonne, die 9 bis 10 Hectoliter (18 preuss. Scheffel) enthält, wie die zu Rive de Gier angewendeten, wiegt mit den Beschlägen 205 Kilogr. und kostet etwa 85 Fr. Der Eisenbeschlag besteht aus 4 Reifen, 8 Ringen, 4 Haken, 2 Bändern für die Kuffen, welche unter der Tonne befestigt sind, und mehreren Bolzen. Das Gewicht der ganzen Eisenbeschläge beträgt 120 Kilogr. Die vier Kettenenden wiegen 25 Kilogr.

Die Figg. 1, 2, 3, Taf. 48, stellen eine Tonne, eine sogenannte *cuffat* vor, welche 20 Hectoliter oder etwa 36 preuss. Scheffel Steinkohlen enthält, sowie sie bei dem Steinkohlenbergwerke des *Grand Hornu* in der belgischen Provinz Hennegau benutzt werden. Fig. 1 ist eine perspectivische Ansicht der liegenden Tonne.

Fig. 2 ist ein senkrechter, durch die Achse gehender Durchschnitt.

Fig. 3 ist ein Grundriss von der Bodenseite.

Die 4 Ketten sind mit den Ringen der Tonne und durch den grossen Ring *A* mit dem Förderseile verbunden. Die Tonne besteht aus Dauben von trocknem Rüstern- oder Ulmenholz von 22 Millimeter Dicke, die durch 6 eiserne Reifen an der äussern Seite und durch einen Reif, der im Innern in der Höhe des Bauchs angebracht worden ist, verbunden sind. Der Boden ist durch ein hölzernes Kreuz befestigt, über den noch ein eisernes, aus zwei Stücken Bandeisen bestehendes liegt, dessen Enden um den äussern Umfang der Tonne umgebogen sind. In der Mitte dieses Bodens ist ein eiserner Ring angebracht, welcher dazu dient, die Tonne auszustürzen, wie diess weiter unten näher nachgewiesen werden wird. Das Gewicht der leeren und trocknen Tonne beträgt 350 Kilogr., nämlich das Holzwerk 117 und die Eisenbeschläge 233 Kilogr. Sie kostet fast 140 Fr.

Die gewölbte Form der Tonnen verhindert dieselben, an den Unebenheiten der Schachtstösse hängen zu bleiben, und verhindert demnach auch die Unfälle der Seilbrüche, indem sie zu gleicher Zeit für die Festigkeit und die Erhaltung der Tonnen sehr günstig ist. Es würde fast unmöglich seyn, die Ausförderung in saigern Schächten ohne Scheider mittelst grosser Tonnen zu bewirken, die eine cylindrische oder oben erweiterte Gestalt hätten.

Tonnen von so bedeutendem räumlichen Inhalte müssen im Allgemeinen im Schachttiefsten gefüllt und an seiner Tageöffnung ausgestürzt werden. Um diese Ar-

beit zu vermeiden, welche bei der Steinkohlenförderung oft Veranlassung zu vielen Staubkohlen giebt, oder um die Förderung zu erleichtern und sie minder kostbar zu machen, hängt man zuweilen mehrere kleinere Tonnen oder Fördergefässe zu gleicher Zeit an einem und demselben Seile auf. So schlägt man, z. B., in den Steinkohlengruben der Umgegend von St. Etienne 2 oder 3 Tonnen oder Kübel, von denen ein jeder etwa 150 Kilogr. Steinkohlen enthält und deren räumlicher Inhalt demnach etwa $1\frac{1}{2}$ bis 2 Hectoliter beträgt, auf einmal an. Mit der eisernen Kette, in welche das Förderseil ausläuft, sind nämlich zwei minder starke Ketten verbunden, die in Haken auslaufen, und die ihrer Länge nach ebenfalls noch mit 1 oder mit 2 Haken verbunden sind, jenachdem man 2 oder 3 Tonnen auf einmal fördern will. Jede derselben hat nur zwei Ringe an den Endpuncten eines Durchmessers. Auf dem Füllorte schlägt man zuvörderst die obere Tonne an das erste Paar von Haken, und wenn dieselbe von der Maschine etwas gehoben worden ist, so schlägt man die zweite und endlich die letzte an. Das Abhängen der Tonnen über Tage wird in einer entgegengesetzten Ordnung bewirkt. Man zieht zuvörderst die untere gefüllte Tonne über die Hängebank und dann die beiden übrigen und ersetzt sie durch drei leere Tonnen. Die Seilscheiben müssen daher in einer bedeutendern Höhe über der Schachtöffnung angebracht werden, als wenn man mit grossen Tonnen förderte.

In den Steinkohlengruben des nördlichen Englands bedient man sich gewöhnlich zur Strecken- und Schachtförderung aus Ruthen geflochtener Körbe von eiförmiger Gestalt, die mit einem eisernen Reife umgeben sind, womit sie ergriffen und auch an das Seil geschlagen werden. Diese Körbe, Fig. 1, Taf. 44, sind 60 Centimeter tief und oben 90 Centimeter lang und 70 Centimeter breit. Sie enthalten fast 300 Kilogr. Steinkohlen und wiegen leer 125 bis 130 Kilogr. Sie kosten etwa 1 Pfund Sterling oder $25\frac{1}{4}$ Fr. das Stück.

Das Förderseil läuft in eine sehr lange eiserne Kette aus, an deren unterem Ende ein Haken mit Feder, Fig. 2, Taf. 44, befindlich ist, welchen man in den Bügel des Korbes hängt. Zwei Kettenenden, die ebenfalls in Haken mit Federn auslaufen, gehen gleichfalls von der Hauptkette ab, und an dieselben werden ebenfalls 2 Körbe geschlagen, so dass man gewöhnlich 3 Körbe auf einmal ausfördert. Die Haken müssen hier nothwendig mit Federn versehen seyn, damit der Bügel nicht loslasse, indem die Gefässe in den Schächten Stösse und Schwankungen erleiden. Ein tiefer Haken würde nicht hinreichend seyn, um in allen Fällen Unfälle zu vermeiden. Die Körbe werden nach und nach angeschlagen und abgehängt, wie dies bei den kleinen Tonnen zu St. Etienne der Fall ist.

Seit einigen Jahren hat man in den Steinkohlengruben des nördlichen Englands angefangen, statt der Körbe blecherne Kästen, *tubs* genannt, zu gebrauchen, welche fast denselben räumlichen Inhalt haben. Sie haben die Gestalt eines rechtwinkeligen Parallelepipeds von 6 Decimeter Tiefe, 9 Decimeter Breite und 7 Decimeter Höhe. Sie sind auf dem Gestell eines kleinen Wagens mit 4 Rädern befestigt, welche 0,25 bis 0,30 Meter Durchmesser haben und unter dem Boden eines Kastens angebracht sind.

Diese Wagen werden auf den Strecken auf geeigneten Bahnen von Rinnen- oder Kantenschienen bewegt und werden alsdann mittelst saigern Schächten zu Tage ausgefördert. Zu dem Ende schlägt man an das Ende der eisernen Kette, mittelst 4 kleinerer Ketten, eine horizontale quadratische Schale, welche mit einer Schienenlinie versehen ist. An den 4 Ecken dieser Schale erheben sich 4 senkrechte Stangen von

Schmiedeeisen, die oben durch horizontale Stäbe miteinander verbunden sind, so dass sie einen Rahmen bilden, an dessen oberen Ecken die 4 Ketten befestigt worden sind. Diese Schale wird in dem Schachte durch 2 oder 4 Reihen hölzerner Bäume oder eiserner Stäbe geleitet, welche an den Schachtstössen durch Krampen befestigt sind. Ausschnitte an den Rändern der Schale entsprechen diesen Gestängen, so dass bei dem Aufwärts- und Abwärtsgehen derselben weder eine drehende, noch eine schwankende Bewegung stattfinden kann. Die Schale oder Scheibe tritt im Schachttiefsten so auf ein Gerüst, dass die Schienenreihe, womit sie versehen ist, in gleicher Linie mit den Schienen der Förderstrecken liegt. Man stösst den Wagen auf die Scheibe, auf welche er seitwärts durch die Spurkränze der Räder oder durch die Ränder der Schienen, und in der mit der Richtung der Schienen parallelen Richtung durch zwei Riegel oder eiserne Stäbe festgehalten wird, die man jedesmal vorzieht.

Der Wagen wird auf diese Weise zu Tage gefördert. Die Schachtöffnung ist mit einem hölzernen oder gusseisernen Deckel versehen, in welchem eine quadratische Oeffnung befindlich, die nur hinlänglich gross ist, um die emporkommende Scheibe hindurchgehen zu lassen, welche von der Maschine über die Ebene der Schachtöffnung emporgezogen wird. Darauf lässt man sie durch eine umgekehrte Bewegung der Korbwelle zurückgehen, worauf sie auf hölzerne oder eiserne Unterlagen tritt, welche währenddem in eine solche Lage gebracht worden sind, dass die Scheibe nicht in den Schacht zurückgehen kann. Die Schienen derselben liegen dann in gleicher Linie mit denen über Tage, auf welche alsdann der Wagen mit dem Kasten weiter gefördert wird. Die Figg. 3, 4 u. 5, Taf. 44, stellen diese Einrichtungen dar. Fig. 3 ist ein Aufriss der Scheibe und des Wagens nach einer Ebene, welche senkrecht auf dem Streichen der Schienen steht. Der untere Theil von Fig. 5 ist ein Grundriss und ein Querdurchschnitt durch die Hälfte des Schachtes und der Leitungsgestänge. Die Fig. 4 ist ein Aufriss der Scheibe und des Wagens nach einer senkrechten Ebene, welche senkrecht mit der Richtung der Schienen läuft. Man sieht in derselben auch den senkrechten Aufriss des Mechanismus, auf welchen die Scheibe tritt, wenn sie, nachdem sie über die Schachtöffnung emporgezogen worden ist, eine rückgängige Bewegung macht. Der obere Theil der Fig. 5 stellt denselben Mechanismus im Grundrisse dar. Man sieht auf der untern Hälfte dieser Figur die Leitgestänge *g*, *g*, *g'*, *g'*, von denen die beiden letzteren in der Sohle der Schachtöffnung endigen, um den Wagen hindurchgehen zu lassen, während die beiden andern *g*, *g*, die seitwärts stehen, sich über diese Sohle erheben, wie Fig. 4 zeigt. Was nun den Apparat betrifft, auf welchen die Scheibe tritt, so besteht er aus zwei hölzernen Rähmen *sx*, *s'x'*, die mit den Achsen *AA'* verbunden sind, und welche sich in Lagern drehen, die einerseits auf dem Balken *M*, andererseits auf dem Scheider *CC'* befestigt sind, welcher den Schacht in zwei Abtheilungen theilt. Ein Gegengewicht *p*, welches an einer von den Wellen *AA'* angebracht ist, veranlasst, dass sich beide Rahmen von selbst etwas nach dem Inneren des Schachtes zu neigen, wie es Fig. 4 zeigt. Mit Hülfe eines Hebels *L*, der an derselben Welle *A* angebracht ist, kann der an der Schachtöffnung befindliche Arbeiter die beiden Rähme voneinander entfernen, welche durch die Stäbe *tv* mit einander verbunden sind. Indem nun die Schale oder Scheibe in die Höhe kommt, entfernt sie die beiden Rähmen voneinander, welche sich, wenn sie vorbeigegangen ist, wieder von selbst schliessen. Der Arbeiter hat nicht nöthig, den Hebel *L* zu bewegen,

als wenn er den gefüllten Wagen durch einen leeren ersetzen und das ganze System in den Schacht niedergehen lassen will.

Ein blecherner Kasten, der etwa 300 Kilogr. aufnimmt, wiegt mit seinem Wagen 150 bis 175 Kilogr. Man fördert gewöhnlich in den saigern Schächten der Umgegend von Newcastle, wo man diese Kästen statt der Körbe anwendet, nur einen einzigen Kasten auf einmal aus, während man mit drei Körben fördert. Die Anwendung der Kästen muss demnach das in einer gegebenen Zeit zu fördernde Quantum sehr vermindern. Herr Piot erwähnt in seiner Abhandlung über die Steinkohlenbergwerke des nördlichen Englands (berg- und hüttenmännische Zeitung, 1843, S. 470 etc.), dass man bei seinem Dortseyn auf der Killingworth-Grube Schalen und Rähmen vorrichtete, welche 2 oder 3 übereinander befindliche Abtheilungen enthielten, von denen jede einen Kasten mit seinem Wagen aufnehmen sollte, um mehrere auf einmal heben zu können. Es müssen demnach die Schienenlinien einer jeden Abtheilung nach und nach in die Sohle der Förderstrecke gebracht werden, um die Schale im Schachttiefsten zu beladen, sowie auch in die Sohle der Schachtöffnung, um die gefüllten Wagen wiederum von den Scheiben zu entfernen und durch leere zu ersetzen. Man kann zu dem Ende zweckmässige Apparate vorrichten, welche den in Fig. 4 u. 5 abgebildeten ähnlich sind. Demohngeachtet sind diese Manöver langwierig und zeitraubend, und es wird demnach stets zweckmässiger seyn, wenn es die Dimensionen der Strecken gestatten, die Streckenförderung mittelst grösserer Gefässe zu bewirken, welche 800 bis 1000 Kilogr. von dem Fördermaterial aufnehmen können, sowie diess in den Steinkohlenbergwerken des Loiredepartements und in Südwales der Fall ist. Die Wagen müssen alsdann auf Schalen, die an's Förderseil geschlagen und welche in den Schächten geleitet werden, zu Tage ausgefördert werden.

Abtheilung der Förderschächte in zwei Trume. Wenn die Fördertonnen, mögen sie nun aus Holz oder aus Blech bestehen, eine gewölbte Gestalt haben, so lässt man häufig die auf- und abwärtsgehenden Tonnen in einem und demselben Schacht von kreisrunder, elliptischer oder länglich viereckiger Gestalt, den man mit einem Scheider versieht, circuliren. In diesem Falle dürfen jedoch die Fördergefässe nur eine geringe Geschwindigkeit haben, welche 1 Meter in der Secunde nicht übersteigt, und selbst diese Geschwindigkeit muss man noch mässigen, wenn die Tonnen in gleicher Höhe in den Schacht gelangen, um die Unfälle zu vermeiden, welche durch ein Aneinanderstossen, oder durch ein Zusammentreffen erfolgen würden.

Erfolgt die Schachtförderung mittelst Wagen, welche auf beweglichen Schalen stehen, so ist es unerlässlich, dass jede Schale in einer besondern Abtheilung des Schachtes sich bewegt. So sinkt man in Südwales, in Staffordshire und in allen übrigen Gegenden Englands, in denen die Steinkohlenflötze in einer mittleren Teufe abgebaut werden, gewöhnlich zwei Förderschächte von geringem Durchmesser, die einander nahe liegen, ab. Jeder erhält eine bewegliche Schale, welche an eines der Förderseile angeschlagen ist, die sich beide auf den Korb der Dampfmaschine schlagen, welche den Dienst bei beiden Schächten thut. In den Gegenden, wo das Schachtabteufen sehr kostbar ist, da sie sehr tief werden müssen und da ein schwieriges Gebirge durchsunken werden muss, wie in der Umgegend von Newcastle und Whitehaven, theilt man die Förderschächte durch einen saigern Scheider von starken Bohlen, die man an Bolzen, die quer durch den Schacht liegen, festnagelt, in zwei Abtheilungen oder Trume. In jedem derselben bewegt sich alsdann ein Seil mit seiner Be-

lastung. Diese Abtheilung des Schachtes wird auch in dem Falle bewirkt, wenn die Förderung in Tonnen oder Körben erfolgt, um ohne Nachtheil die Geschwindigkeit vermehren zu können, welche gewöhnlich $1\frac{1}{2}$ bis 2 Meter und in einigen Fällen 3 und selbst 4 Meter in der Secunde beträgt.

Kraft der Förderungsmaschinen. Die Nominalkraft in Pferdekräften der Förderungsdampfmaschinen übersteigt im Allgemeinen den Nutzeffect, welcher dem Gewicht und der Geschwindigkeit, mit welcher dasselbe gehoben wird, entspricht, sehr bedeutend. So entspricht, z. B., bei einer Maschine, welche auf einmal 1000 Kilogr. Erz oder Kohlen mit einer Geschwindigkeit von 1 Meter in der Secunde heben muss, der Nutzeffect, während die Maschine in Bewegung ist, einer Kraft von $\frac{1000}{75} = 13\frac{1}{3}$ Pferdekräfte. Im Allgemeinen gebraucht man dazu eine Maschine von der Nominalkraft von wenigstens 20 Pferdekräften. Ueberhaupt ist die Nominalkraft der Maschinen, im Verhältnisse zum Nutzeffect bei den meisten Steinkohlengruben, noch grösser, welches eines Theils von der im Allgemeinen mangelhaften Einrichtung der Maschinen dieser Art, sowie von der sehr unvollkommenen und oft ganz unvernünftigen Art und Weise, wie das Gewicht der Förderseile in tiefen Schächten in's Gleichgewicht gebracht worden ist, abhängt.

Entleerung der Fördergefässe an der Oeffnung der Förderschächte. Die Art und Weise, wie die Fördergefässe an den Schachtöffnungen entleert werden, hängt von der Form dieser Gefässe und von der Beschaffenheit des Fördermaterials ab. Die Tonnen können, ohne sie von der Förderseite abzuschlagen, in ein Gefäss ausgestürzt werden, welches vor der Hängebank des Schachts steht. Zu dem Ende lässt man die Tonne zuvörderst etwas über die Schachtöffnung emporgehen; lässt sie alsdann auf eine Thür, auf einen Balken oder auf einen Schieber, welche über die Oeffnung zugeklappt oder vorgeschoben werden, zurückgehen, und stösst sie zu gleicher Zeit gegen den obern Theil, um den Umsturz nach der verlangten Seite zu bewirken, wobei man sich einer hölzernen Stange bedient, welche man auf zwei horizontale Riegel von dem Seilscheibengerüste legt. Fig. 1, Taf. 35, zeigt in *B* die Riegel, auf welche man den untersten Balken, und in *C* diejenigen Riegel, auf welche man die obere Stange legt. Zuweilen fasst der Arbeiter an der Schachtöffnung, der sogenannte Stürzer, die Tonnen mit einer Zange, die mittelst einer Kette an dem Seilscheibengerüste hängt, und zwar greift die Zange in einen Ring an dem Boden der Tonne, so dass dieselbe umstürzt, wenn man sie abwärts gehen lässt. Das ausgestürzte Fördermaterial fällt, wie schon bemerkt, in Laufkarren oder Wagen, welche zu seiner Weiterförderung dienen, oder es wird mit der Schaufel, nachdem die Tonnen ausgestürzt worden sind, sogleich in Laufkarren gefüllt, um den Platz an der Schachtöffnung stets rein zu erhalten.

Bei dem soeben beschriebenen Verfahren wird das Anschlagen und Abschlagen der Tonnen von dem Förderseile vermieden; allein es giebt Veranlassung zu einem doppelten Gefässwechsel des Fördermaterials am Füllort und an der Hängebank. Es wird auch im Allgemeinen nur bei solchen Gruben angewendet, die erst aufgenommen worden sind, wo die Menge des zu fördernden Materials nicht bedeutend ist, und bei denen man weder unter noch über Tage vollkommene Förderbahnen vorgerichtet hat. Wird die Förderung bedeutender, so ist es zweckmässiger, die gefüllte Tonne abzuschlagen, sie auf einer geringen Strecke hinzuziehen und sie dort zu entleeren, als wenn diess in Laufkarren oder Wagen geschieht. Man zieht alsdann die gefüllte

Tonne auf die Bühne, welche vor dem Schachte angebracht worden ist. Eine Arbeit, welche durch die Höhe der Seilscheiben und durch die geneigte Ebene, gegen welche die Tonne stösst, ehe sie aus der Schachtöffnung hervorkommt (Fig. 1, Taf. 35), sehr erleichtert wird. Man schlägt das Gefäss von dem Förderseil ab und ersetzt es durch ein leeres. Das erstere zieht man alsdann bis zum Rande der Bühne und der rings um dieselbe angehäuften Halde, entleert es dort und bringt es leer zum Schachte zurück. Zur Erleichterung der Bewegung der gefüllten oder leeren Fördergefässe auf der Bühne, versieht man sie unten mit Kufen, welche eiserne Sohlen haben. Diess Verfahren wird bei den meisten Steinkohlengruben Frankreichs und Belgiens angewendet. Statt das Fördergefäss fortzuziehen, kann man es auch, wenn es nur auf eine geringe Entfernung transportirt werden muss, an den Haken eines auf der Bühne des Schachtes angebrachten Krahns hängen, der es zu dem Puncte schafft, woselbst es entleert werden soll.

Wenn die Streckeförderungswagen zu Tage gefördert werden, so werden dieselben, wie wir sahen, auf eine bewegliche Schale gesetzt, die in gleiche Linie mit denen der Eisenbahn über Tage kommen, auf welcher die Wagen bis zu dem Puncte geführt werden, wo man sie entleert. Auf einer Zweigbahn von der über Tage befindlichen Hauptförderbahn und in geringer Entfernung von der Schachtöffnung steht alsdann ein leerer Wagen, den man statt des gefüllten auf die Schale stösst. Die Entfernung der gefüllten Wagen erfolgt alsdann oft in sehr weiter Entfernung von der Schachtöffnung, und zwar auf eine nach der Oertlichkeit, oder nach der Gestalt der Wagen sehr verschiedene Art.

Rätter zur Separation der Erze oder des Fördermaterials überhaupt nach seiner verschiedenen Grösse. In sehr vielen Fällen müssen die ausgeförderten Erze in der Nähe der Schachtöffnung nach ihrer verschiedenen Grösse sortirt werden. Es geschieht diess nicht allein mit vielen Erzen, sondern auch selbst mit Steinkohlen, in solchen Gegenden, wo diess Brennmaterial das häufigste ist, wie in Wales, im nördlichen England, in Belgien, in der Gegend von St. Etienne etc. Die Separation geschieht oft mit der Hand, allein bei einer bedeutenden Förderung erfolgt diese Absonderung nach der Grösse dadurch, dass man sie durch Rätter wirft, deren Gitter aus guss- oder stabeisernen Stäben bestehen, die einander näher oder entfernter liegen. In diesem Falle ist die Schachtöffnung über der Tagessohle aufgesattelt. Die Rätter sind am Rande eines Gerüstes in der Ebene der Schachtöffnung angebracht, und man bringt die Wagen oder die Fördergefässe dorthin, um sie über diesen Rättern zu entleeren. Die Taf. 45 stellt, nach den Zeichnungen des Herrn Piot, die Förderungsmaschine und die Rätter dar, deren man sich bei den Steinkohlengruben der Umgebung von Newcastle zum Sortiren und Durchwerfen der Kohlen bedient. Man sieht in dem Grundrisse Fig. 1, sowie im senkrechten Durchschnitte, Fig. 2, die Einrichtung des Schachtes, des Seilscheibengerüstes, des Gebäudes über der Fördermaschine, eines kleinen Nebenschachtes, in welchen eine Kette hinabgeht, welche als Gegengewicht wirkt, und die mit den Bobinen der Bandseile verbunden ist, um das Moment der widerstehenden Kräfte, die auf die Maschine wirken, auszugleichen. In der Sohle der Schachtöffnung *a b* befindet sich eine Bühne von gusseisernen Platten, auf welche man die zu Tage geförderten Körbe und Kästen mit Rädern zieht. Man führt sie zu dem obern Ende der Rätter mit doppelten geneigten Gittern, wo man sie umstürzt. Eins von diesen Rättern ist in Fig. 5 nach einem grössern Maassstabe dar-

gestellt worden. Oben hat das Rätter einen festen Theil von Blech, welches man mit abgenutzten Bandseilen bedeckt, um das Zerbröckeln zu vermeiden. Zur Seite sind auch Blechtafeln angebracht, um das Herabfallen der Steinkohlen zu verhindern, und unten läuft das ganze Rätter in einen horizontalen, aber wenig geneigten und mit keinem Gitter versehenen Theil aus, zu welchem die grössten Stückkohlen momentan gelangen, indem dieselben nicht durch die 1 bis 2 Centimeter voneinander entfernten Stäbe hindurchfallen konnten, welche Entfernung nach der Grösse der Stücke, welche die grössten Kohlen behalten sollen, abhängt.

Die gröbsten Kohlen gelangen zum untern Ende des Rätters, indem man eine Klappe *cd* aufhebt, welche sich oben um Haspen horizontal bewegt. Sie können mit der Hand weggenommen und bei Seite gelegt, oder unmittelbar in Wagen geladen werden, die zu ihrer Aufnahme bereit sind. Die kleinen Kohlen, welche durch das Rätter gefallen sind, gleiten auf der geneigten Ebene *pp'*, Fig. 5, hinab und fallen in andere Wagen, welche auf einer andern Eisenbahnlinie stehen.

Maschine zum Entleeren der Körbe und blechernen Förderkästen. Die Körbe oder die blechernen Förderkästen (*tups*) werden sehr leicht an dem obern Theile der Rätter ausgestürzt. Um aber diese Arbeit zu erleichtern, bedient man sich zuweilen eines Apparats, der in den Figg. 6 u. 7, Taf. 44, dargestellt worden ist. Er besteht in einem Gerüste, welches mittelst zweier senkrechten Säulen an Zapfen *A*, um welche es sich drehen kann, aufgehängt ist. Man schiebt den Wagen auf dieses Gerüst, auf welchem seine Räder gegen das horizontale Stück Holz *B* stossen. Eine horizontale eiserne Stange *C*, welche die beiden Säulen vereinigt, und welche nur wenig über den obern Rändern des Kastens angebracht ist, verhindert den gänzlichen Umsturz des Wagens. Die Zapfen *A* sind so eingerichtet, dass ihre Achse fast durch den Schwerpunct des ganzen beladenen Wagens und des Gerüstes geht. Wenn demnach der Wagen auf das Gerüst gestossen worden ist, so gehört nur eine kleine Kraft dazu, ihn auf den obern Theil des Rätters *G* auszustürzen.

Vorrichtung zum Ausstürzen grosser Förderwagen. Die Figg. 11 u. 12, Taf. 31, stellen eine andere häufig angewendete Vorrichtung zum Ausstürzen grosser Wagen dar; ein solcher Wagen mit vier voneinander unabhängigen Achsen, der etwa 1000 Kilogr. Erz aufnehmen kann, läuft auf einer Eisenbahn. Die vordere Wand bildet eine Klappe an Haspen, die sich um eine horizontale Achse dreht. Ueber dem Puncte, wo er ausgestürzt werden soll, sind die festliegenden Langschwellen *R*, auf denen die Schienen befestigt sind, unterbrochen, und die Schienen liegen auf Schwellen, welche einen Theil von einem beweglichen Gerüst bilden, welches sich um die beiden Zapfen *j* dreht. Die Stücken *kl* dieses Gerüstes verlängern sich nach Hinten zu auf eine Länge von mehrern Metern und treten in die Schienen, wenn das Gerüst wiederum in die horizontale Lage zurückgebracht worden ist. In dem Augenblicke, in welchem der Wagen auf dem Gerüst anlangt, ist diess horizontal, indem es durch die Haken *xy* in seiner Stellung zurückgehalten wird, von denen der erstere über den Bolzen *u* und der andere über den Bolzen *v* greift. Wenn nun der Wagen auf dem Gerüst angelangt und an die Kette *c* gehängt worden ist, so macht der Arbeiter mittelst des Griffs *d* die Haken *x* und *y* los, und das Gerüst kippt mit dem darauf befindlichen Wagen um. Man hat vorher den Riegel *U*, Fig. 12, der die bewegliche Wand des Wagens festhält, aufgezogen, und der Wagen entleert sich nun unter dem Gerüste, welches das Ende der Eisenbahn trägt. Wenn er leer ist, so wird das bewegliche

Gerüst durch eine geringe, auf die Balken *kl* ausgeübte Kraft in seine horizontale Lage zurückgebracht, in welcher Lage sie nun durch den Haken *p*, Fig. 11, der in den Ring *q* gebracht wird, erhalten werden. *s* ist eine eiserne Stange, die mit dem Balken *kl* verbunden ist, und die in eine Oeffnung in dem Querriegel *T* tritt. Eine ähnliche Stange ist an dem mit *kl* parallelen Balken an der andern Seite des Gerüstes befestigt. Diese Stangen *s* endigen in zwei Nägel oder eiserne Querstangen, welche nicht in die Oeffnungen treten können, die in den Riegeln *T* angebracht sind. Sie beschränken die Neigung des Gerüstes.

Bei anderen Vorrichtungen dieser Art ist der Boden des Wagens um Haspen beweglich und kann durch verschiedene Mittel an den Seitenwänden befestigt werden, die alsdann leicht hinwegzunehmen sind. Diese Wagen werden alsdann direct über den Punct geführt, auf welchem man sie entleeren will. Der in Fig. 1, Taf. 43*a*, dargestellte Wagen *G* hat eine solche Einrichtung.

Aehnliche Einrichtungen, wie die der Figg. 11 u. 12, Taf. 31, werden häufig zur Entladung der Förderwagen in Kähne angewendet, welche auf Canälen und Flüssen gehen. Die Erze oder Steinkohlen werden durch hölzerne oder blecherne Lutten bis in die Kähne gebracht.

Sollen die Erze oder Steinkohlen etc. unmittelbar auf grössere Entfernungen transportirt werden, so stürzt man sie unmittelbar in die Karren, Wagen oder Kähne, welche zu ihrem weitern Transport angewendet werden. Es gehört nicht zu den Zwecken des vorliegenden Werks, von der Tageförderung auf weiten Strecken zu reden. Wir bemerken bloss, dass die Wege zur Förderung der Erze und Kohlen bis zu den Hütten, wo sie eine weitere Behandlung erleiden, oder bis zu den Magazinen, am Häufigsten Eisenbahnen sind, welche fast dieselbe Einrichtung, wie die zur Streckenförderung angewendeten, haben. Häufig sind sie nur Verlängerungen dieser letztern, und die auf ihnen umgehenden Förderwagen sind häufig dieselben, als die auf den Strecken benutzten; besonders wenn ihre Länge 3—4 Kilometer (à 265 preuss. Ruthen) nicht übersteigt, und die Schachtförderung mittelst Wagen bewirkt wird, welche 600—1000 Kilogr. Fördermaterial auf söhligen Strecken und Stollen, oder mit Hülfe von beweglichen Schalen, wie in Südwales, zu tragen im Stande sind. Die Förderung über Tage wird bei solchen Gefässen ebenso gut, wie die unter Tage, mit Pferden bewirkt; wegen der Details verweisen wir in dieser Beziehung auf das 9. Capitel. Sind die zu durchfördernden Strecken sehr bedeutend, und dient dieselbe Tagebahn für mehrere Gruben, so benutzt man ähnliche Wagen, wie die zum Gütertransport auf Eisenbahnen angewendeten, von denen jeder 3—4 Tonnen dem Gewichte nach aufzunehmen vermag. Der Transport wird stets mit einer geringen Geschwindigkeit, entweder mit Pferdekräften, oder mit Locomotivmaschinen, bewirkt. Auf Eisenbahnen dieser Art braucht man nicht, wenn es übrigens Haushaltsgründe erfordern, zu fürchten, Curven mit einem geringen Halbmesser Steigungen von $\frac{1}{100}$ bis $\frac{1}{150}$, oder Rampen mit feststehenden Maschinen einzuführen. Alle diese Einrichtungen und Umstände, welche grosse Nachtheile für Eisenbahnen haben, die zum Personentransport bei grossen Geschwindigkeiten dienen, sind hier durchaus nicht von Wichtigkeit. Die Einrichtung der selbstwirkenden oder durch stehende Dampfmaschinen bedienten Rampen ist übrigens über Tage ganz dieselbe, als unter Tage.

Wir vervollständigen das hier über die Förderung Gesagte mit der Beschreibung zweier Förderungsdampfmaschinen, von denen die eine auf der Steinkohlengrube

Bérard bei St. Etienne und die andere auf einem der Schächte von der Grube des *Grand Hornu* im Hennegau im Betriebe sind.

Förderungsmaschine der Bérardgrube und deren Nebentheile. Die Taf. 46 u. 47 stellen den Dampfgöpel auf der Bérardgrube, nebst den verschiedenen Eisenbahnlinien, welche mit demselben in Verbindung stehen, dar.

Die Fig. 1, Taf. 46, stellt die Einrichtung des Ganzen im Grundrisse dar. *A* ist das Maschinenhaus mit der Dampfmaschine mit horizontalem Cylinder, welche dem Korbe *b, b,* der ein Drahtseil aufnimmt, die drehende Bewegung ertheilt; sie hat zugleich eine solche Einrichtung, dass sie mittelst eines Gestänges und eines Balanciers mit Winkelhebel, das Gestänge einer Pumpe zur Wasserhaltung, die in einem Segment des Förderschachtes angebracht worden ist, betreiben kann; dieses Segment des Schachtes ist von dem Förderschachte durch einen Scheider getrennt. *v* ist das Schwungrad der Masehine, *p* ein Getriebe, welches in das Winkelrad *r* an der Korbwelle *bb* greift.

B ist der Raum für die Kessel und die Esse.

C ist eine Bühne, die 10 Meter lang und breit ist, die Schachtöffnung umgiebt und dieselbe 3 Meter über die natürliche Sohle aufsattelt. Sie ist mit Mauern umgeben, und der Raum zwischen diesen und der kreisrunden Schachtmauerung ist gänzlich mit Bergen versetzt, so dass die Sohle dieser Bühne vollkommen fest ist.

Ueber diesem erhöhten Raum ist ein hölzernes Gebäude befindlich, dessen beide Geschosse in dem senkrechten Durchschnitte Fig. 3 dargestellt worden sind. Fig. 1 stellt die Sohle des obern Geschosses vor, die jedoch der des untern ganz gleich ist.

P ist der kreisrunde, auf 3 Seiten mit einer Schutzwehr umgebene Schacht.

D gusseiserne Platten, die einen ebenen Boden bilden, auf welchem man die Wagen oder mit Rädern versehene Schachtfördergefässe aufnimmt und bewegen kann. $d'd'$, d'', d''', d'''' u. d'''' sind die Eisenbahnen, welche in dem obern Geschosse von dem gusseisernen Boden ausgehen, und auf denen die Tageförderwagen laufen. *e, e, e,* Eisenbahnen auf der natürlichen Sohle unter der den Schacht umgebenden Bühne. *E, E,* gusseiserne Drehscheiben, welche auf einem hölzernen Gerüst liegen und die dazu dienen, die Förderwagen auf die verschiedenen Bahnen zu bringen, deren verlängerte Achsen sich im Mittelpuncte einer jeden von ihnen kreuzen. *F, F', F',* Apparate, welche zum Ausstürzen oder Entleeren der Wagen dienen. Die Maschine *F* steht fest. Die beiden Maschinen *F', F'* ruhen aber auf Rollen und können von ihrem Platze entfernt werden, indem sie auf Eisenbahnen laufen, welche breiter, als die für die Förderwagen, sind.

Die Figg. 5 u. 6, Taf. 46, stellen eine von diesen Maschinen zum Entleeren der Wagen dar.

G selbstwirkende Waagemaschine, welche dazu dient, die Wagen aus dem ersten oder zweiten Stock auf die natürliche Sohle des den Schacht umgebenden Bodens herabzulassen, auf welchem letztern die Eisenbahnen *e, e, e* dargestellt worden sind. Die Figg. 8 u. 9, Taf. 44, stellen diese Maschine im Auf- und im Grundrisse dar.

H, gusseiserner Boden, auf welchen man die Wagen stösst, wenn sie die Schalen der Waage *G* verlassen.

K, K, Bahnen, die mit denen von St. Etienne nach Andrézieux, und von St. Etienne nach Lyon in Verbindung stehen, und welche mit den grossen Wagen befahren werden, welche sich auf diesen letztern Bahnen bewegen.

Die Fig. 2 ist ein Grundriss der Bühne oder Plattform rings um den Schacht, sowie eine Ansicht von Oben des Seilscheibengerüstes.

Fig. 3 stellt einen senkrechten Durchschnitt nach der Achse des Schachtes durch eine Ebene dar, welche mit der der Seilscheiben parallel ist, welche Ebene durch die Linie *RS* der Fig. 2 läuft; die Fig. 4 ist ein senkrechter Durchschnitt nach einer Ebene, welche durch die Linie *MN* der Fig. 2 geht. Diese Figuren zeigen, dass das Seilscheibengerüst aus 2 langen und starken Säulen besteht, die unten in Schwellen eingezapft sind, welche auf der Sohle der den Schacht umgehenden Bühne in geringer Entfernung von demselben aufliegen. Diese beiden Säulen erheben sich in einer senkrechten Ebene und haben eine geringe Neigung zu einander. Sie sind, wie man in Fig. 4 sieht, durch einen horizontalen Querriegel und durch zwei sich durchkreuzende Streben miteinander verbunden; sie erheben sich bis über den First des Göpelhauses, sind mit einem Balken derselben verbunden und tragen ein kleines, horizontales und länglich viereckiges Gerüst, das mit einer Brustwehr umgeben ist und auf welchem die Seilscheiben angebracht worden sind. Auf der Seite der Maschine sind sie durch lange Strebepfeiler von Fichtenholz gestützt, die etwa eine Neigung von 45 Graden haben und unten auf der Sohle in feste Füsse eingelassen sind. Horizontale Riegel verbinden diese Strebepfeiler. Sie sind auf unserer Tafel wegen Mangel an Raum abgebrochen worden. *F* in Fig. 3 ist eine Maschine zum Entleeren der Wagen, welche in das zweite Geschoss des Göpelgebäudes gefördert worden sind. *G* ist eine gewölbte Tagestrecke, auf deren Sohle ein Zweig von den grossen von St. Etienne nach Andrézieux und Lyon führenden Eisenbahnen vorgerichtet ist. Der Inhalt der Wagen wird auf der Plattform bei dem Schachte über der Tagesstrecke ausgeleert; der ganzen Länge dieses Gewölbes nach ist eine 50 Centimeter breite Oeffnung vorhanden, in welcher die Schlusssteine durch zwei Balken ersetzt, welche alle 80 Centimeter bis 1 Meter mit einem kurzen Stück Holz versehen sind, welches sie auseinanderhält, und auf welchem bewegliche Klappen liegen. Nimmt man nun einen solchen Deckel gerade über einem, auf der Strecke stehenden Wagen weg, so fällt der grösste Theil von den Kohlen, der zu seiner Füllung bestimmt ist, von selbst hinein, und der noch fehlende Theil kann mit der Schaufel nachgefüllt werden. *K*, Fig. 3, ist ein Kasten, dessen Boden eine geneigte Ebene bildet, welche zu einem länglich viereckigen Canal führt; er nimmt die durch die Tonnen ausgeförderten, oder durch die Pumpe gehobenen Grubenwasser auf, und wenn keine Ausförderung des Wassers mittelst Tonnen stattfindet, so ist der Kasten mit einem horizontalen Deckel versehen.

Maschine zum Ausstürzen der Wagen. Die Figg. 5 u. 6 stellen einen Wagen in der Maschine dar, welche dazu dient, ihn umzustürzen und zu entleeren. Dieselbe besteht aus zwei runden eisernen Scheiben *a*, *a*, von denen jede 6 Arme *b*, *b*.... hat. Diese Arme haben noch Verstärkungsrippen auf der äussern Seite, sowie die Scheiben selbst auch einen äussern Rand. Diese 6 Arme vereinigen sich in eine Nabe, in welcher eine eiserne Achse *d* befestigt ist. Die beiden Scheiben sind mit mehreren Löchern versehen, die einander gegenüber stehen und durch welche eiserne Bolzen gehen, welche die beiden Scheiben miteinander verbinden. Andere Bolzen treten nach Aussen vor und begränzen die drehende Bewegung der Maschine. Zwei Bolzen *e*, *e* mit Stossscheiben liegen in einer und derselben horizontalen Ebene und tragen die beiden Schienen *hh*, welche mit denen der Bahn in gleicher Linie liegen, und auf die man den zu entleerenden Wagen stösst. Zwei andere Bolzen *e' e'* lie-

gen ebenfalls in derselben horizontalen Ebene, und in gehöriger Entfernung von der Ebene der Schienen *h, h,* so dass der Wagen hindurchgehen kann. An diese Bolzen sind zwei hölzerne Querbalken *g* befestigt, deren untere Seiten den Rändern des Wagens in dem Apparat ganz nahe stehen. Die Schienen *h, h* sind vorn nach Kreisen umgebogen und umfassen die Räder des Wagens, so dass derselbe von 5 Seiten umschlossen ist, von Oben, von Unten, von Vorn und auf den beiden Seiten. Der ganze Apparat ruht auf den Achsen *d* auf zwei äussern, gusseisernen oder hölzernen Lagern *k*. Dieselben können entweder auf Schwellen befestigt werden, die der Wagenbahn parallel sind, so dass die Schienen des beweglichen Apparats Verlängerungen von den Schienen der Bahn über dem Puncte werden, an welchem der Wagen umgestürzt werden muss. Eine solche Einrichtung hat die Maschine *F*, Fig. 1, welche dazu dient, die ausgeförderten Kohlen auf dem Rande der Plattform auszustürzen. Muss der Apparat aber beweglich seyn, so dass die Wagen auf irgend einem Puncte der Bahn ausgestürzt werden können, so sind die Lager *k* auf den beiden äussern Seiten *c* eines hölzernen Gestelles mit 4 Rädern *r* befestigt, wie diess aus den Figg. 5 u. 6 ersichtlich ist. Der ganze Apparat kann alsdann auf einer Eisenbahn, oder auf einer Holzbahn hin- und hergeschoben werden. Diese Bahn ist breiter, als die, auf welcher sich die Förderwagen bewegen, haben aber gleiche Achsen mit derselben. Auf den Seiten des Gestelles erheben sich zwei senkrechte Säulen und dienen dazu, den Apparat zu bewegen, wenn er von seiner Stelle entfernt werden soll. Sie dienen auch zum Stützpuncte der Riegel, durch welche man den beweglichen Theil des Apparates befestigt, während man den Wagen in denselben hineinbringt. Das Verfahren ist sehr einfach: wenn der gefüllte Wagen in die in Fig. 6 angegebene Stellung gebracht worden ist, so dass sein Schwerpunct über die senkrechte Ebene hinweggeht, welche die Achsen *d* enthält, so nimmt man den Riegel weg, und der Apparat dreht sich um eine halbe Peripherie um seine Zapfen. Der Wagen ruht während dieser Bewegung auf dem Balken *g*; er ist gänzlich umgestürzt und wird entleert. Wenn der bewegliche Theil des Apparats sich um eine halbe Peripherie gedreht hat, so ist die Kohle herausgefallen, und da der Schwerpunct des leeren Wagens über die senkrechte auf der andern Seite der senkrechten Ebene der Aufhängungsachsen in die Höhe gestiegen ist, so macht die Maschine eine Schwingung in entgegengesetzter Richtung von der erstern und kommt in ihre Stellung zurück, oder nähert sich derselben hinreichend, so dass die geringste Kraft genügt, um sie dahin zurückzuführen; man befestigt den Riegel und schiebt den Wagen zurück. Soll eine Maschine dieser Art gut wirken, so muss die Aufhängungsachse wenig über dem Schwerpuncte des belasteten Systems liegen, wenn der Wagen gefüllt ist. Hat dieser alsdann eine solche Lage, dass der Schwerpunct in eine geringe horizontale Entfernung vor die Achse gelangt, so schwankt die Maschine und der Wagen entleert sich. Das Herausfallen der Kohlen veranlasst, dass der Schwerpunct sich dem Boden und den Rädern des Wagens nähert, und dass auf diese Weise in der Stellung des Systems, in welcher der Wagen umgekehrt ist, der Schwerpunct weit über und etwas hinter der Aufhängungsachse liegt. Das System kommt alsdann langsam auf sich selbst zurück, oder man bringt es durch eine geringe Hülfe wiederum in seine erste Stellung.

Die Figg. 5 u. 6 zeigen den Wagen hinlänglich, ohne dass es erforderlich wäre, andere Zeichnungen davon zu geben; sein räumlicher Inhalt beträgt 3 Hectoliter. Die beiden schmiedeeisernen Achsen sind mit dem Kasten, d. h., mit den drei parallel und

der Länge nach laufenden Bäumen fest verbunden; auf diesen Bäumen steht der Kasten. Die gusseisernen Räder sind auf den Achsenschenkeln beweglich; sie haben breite Felgen, und statt dass ihre Spurkränze, wie bei denen der gewöhnlichen Eisenbahnwagen, fast schneidend sind, haben sie eine cylindrische Form und sind so breit, dass die Wagen auch auf den ebenen gusseisernen Platten laufen können, welche den Boden derjenigen Plätze bilden, auf welche die Schienen der auf den Strecken und über Tage angebrachten Eisenbahnen auslaufen. Diese Schienen sind gewalzte Eisenstäbe von 14 Millimeter Stärke auf 6 Centimeter Breite und 5 bis 6 Meter Länge; sie sind in 11 Centimeter im Quadrat starke eichene Querschwellen eingelassen, die etwa 1 Meter voneinander entfernt liegen.

Die Figg. 1. u. 2, Taf. 47, stellen den Auf- und den Grundriss von der Dampfmaschine und dem Korbe dar, auf welchen sich das Förderseil von Eisendraht wickelt. *A* ist das Gerüst von Eichenholz, auf welchem die Maschine befestigt worden ist. Es ruht auf 6 grossen Quadersteinen, welche in das Mauerwerk eingelassen worden sind, und ist durch 11 starke eiserne Bolzen mit Schliesskeilen auf diesen Steinen befestigt.

B gusseiserne Platte, auf welcher der Cylinder der Maschine, sowie das Zapfenlager der Welle, befestigt ist. Sie dient zur Vereinigung dieser beiden Puncte, auf welche die hauptsächlichste Kraft der Maschine ausgeübt wird, und hält sie in gehöriger Entfernung voneinander. Durch dieselbe gehen dieselben Bolzen, welche das hölzerne Gerüst mit dem Grundgemäuer verbinden.

C, Dampfcylinder.

D, Dampfbüchse auf der einen Seite des Cylinders.

E, Dampfröhre, welche von dem Kessel herkommt.

F, Röhre, in welche das Ventil eingeschlossen ist, mittelst dessen man die Menge des zu dem Cylinder zuzulassenden Dampfes regulirt.

G, Cylinder der Druckpumpe, welche den Kessel speis't.

H, Sitze für das Saug- und das Druckventil der Speisepumpe.

I, Saugröhre.

J, Röhre für das Speisewasser.

K, massiver Kolben der Speisepumpe.

Z, Stück von der Form eines **T**, welches die Kolbenstange mit dem Bügel an der Kurbelstange verbindet und zu gleicher Zeit die Speisepumpe bewegt.

M, Kolbenstange.

N, Lager, in welchem sich diese Stange bewegt.

O, Stange, welche der Kurbel die drehende Bewegung ertheilt.

P, Kurbel.

Q, Schwungradwelle.

R, Excentricum, welches auf der Schwungradwelle leer gehen kann, und durch welches der Vertheilungsschieber bewegt wird.

R', Ring auf der Schwungradwelle, welcher mittelst einer Erhöhung und einer andern an der Schwungradwelle, die 180 Grad von einander entfernt liegen, das Excentricum in seine Bewegung mit fortzieht, wie die weiter oben mitgetheilte Beschreibung eines solchen Excentricums näher nachweis't.

Y, Excentrikscheibe.

T, Stange des Vertheilungsschiebers. Sie erhält ihre Bewegnng von der Excentrikstange *Y* mittelst zweier Hebel *S*, *S'* und einer horizontalen Welle *Z*.

T', Kurbel und Stange, um mit der Hand die Oeffnung des Regulirungsventils regeln zu können.

T'', Griff oder Hebel an der horizontalen Welle *z*, welcher dazu dient, den Vertheilungsschieber mit der Hand zu führen, wenn man die Richtung der drehenden Bewegung der Kurbel *P* und des Korbes umkehren will.

V, Schwungrad.

U, gusseiserne Korbwelle.

p, Getriebe auf der Schwungradwelle.

r, Zahnrad an der Korbwelle *U*.

x, Kurbel an der horizontalen Welle *y*, an welcher der Winkelhebel *v* befestigt ist. Dieser Mechanismus dient zur Hebung der Excentrikstange *Y*, um den Einschnitt dieser Stange von dem Knopfe des Hebels auf der horizontalen Welle *z* zu lösen, wenn man die Richtung der drehenden Bewegung umkehren will. Zu dem Ende stellt der Maschinenwärter den Fuss auf die Kurbel *x*, die Welle *y* dreht sich um ihre Achse und der Hebel *v* hebt die Stange *Y* so weit, damit der Knopf des Hebels *S* von dem Einschnitte befreit werde; die Stange *Y* wird übrigens zum Theil von einem Gegengewicht im Gleichgewicht erhalten. Die Stücke des Mechanismus, welche dem Vertheilungsschieber die Bewegung ertheilen, sind in den Figuren 10, 11, 12, 13 u. 14, Taf. 44, nach einem grössern Maassstabe dargestellt worden. Wir kommen weiter unten auf diese einzelnen Theile zurück.

Die Maschine des Bérard-Schachtes ist übrigens eine solche mit einfachem Schieber, ohne Voreilen und ohne Bedeckung. Die Vertheilung bietet nichts Eigenthümliches dar, und wir brauchen daher keine detaillirte Beschreibung davon zu geben. Die weiter oben S. 243 mitgetheilten Einzelnheiten werden die jetzige Beschreibung vervollständigen. Wir bemerken hier nur, dass bei einer Maschine mit langem Cylinder es sehr nachtheilig ist, den Dampf durch einen einzigen Schieber zu vertheilen, der die Oeffnungen bedeckt, die mit den Enden des Cylinders durch sehr lange Canäle in Verbindung stehen, und die folglich ein bedeutendes Dampfvolum enthalten, welches an dem Ende eines jeden Kolbenzuges verloren ist, ohne irgend einen Nutzeffect geleistet zu haben. Es ist weit zweckmässiger, zwei Schieber an einer Stange zu haben, die gleichzeitig auf zwei Platten gleiten, die in der Nähe der Cylinderböden angebracht sind. Wir werden weiterhin ein Beispiel von einer solchen Einrichtung bei einer Förderungsmaschine mit senkrechtem Cylinder sehen.

Da der Kolben der vorliegenden Maschine allein einige Eigenthümlichkeiten darbietet, so haben wir ihn in den Figg. 3, 4 u. 5, Taf. 47, dargestellt. Fig. 4 ist ein Grundriss des Cylinders von Unten; Fig. 3 ein senkrechter Durchschnitt durch die Achse der Stange; Fig. 5 der Grundriss von einem der Liderungsringe. Der excentrische Ring, Fig. 5, besteht aus Gusseisen; an dem Puncte seiner grössten Stärke hat er einen Einschnitt, der fast die Gestalt eines gleichseitigen Dreiecks hat, dessen Leere von einem prismatischen Keil *e* ausgefüllt ist; in dem Innern des gusseisernen Kranzes befindet sich ein anderer von Schmiedeeisen, der mit einer Verstärkung versehen ist, die ein Loch mit Schraubengewinde enthält, in welchem der Bolzen befindlich ist, der die Springfeder aufnimmt, welche den Keil in den Einschnitt stösst.

Zwei solche Ringe, welche so übereinander liegen, dass der Einschnitt des einen einem vollen Theile des andern entspricht und 180 Grad von dem erstern entfernt ist, bilden die ganze Liderung. Diese Ringe liegen mit gehörig abgerichteten Flächen

genau aufeinander, und ebenso dicht zwischen den beiden gusseisernen Deckeln, die ebenfalls genau abgerichtet sind. Die Kolbenstange von Eisen oder von Gussstahl läuft in einen kegelförmigen Kopf aus, welcher in die Oeffnung des obersten Deckels tritt. Ein eiserner Schliesskeil geht durch die beiden Stücke und verbindet sie fest miteinander. Der untere Deckel ist mit dem obern durch 3 Bolzen verbunden, welche durch den erstern gehen, und indem ihre Köpfe in denselben eingelassen sind; sie sind in Muttern in der Stärke des zweiten eingeschraubt, so dass beide Deckel einander so genähert werden können, dass die beiden Liderungsringe genau zwischen ihnen liegen.

Wenn der Kolben zusammengesetzt worden ist, so bringt man ihn auf die Drehbank, um seine Peripherie genau mit dem Cylinderdurchmesser in Uebereinstimmung zu bringen.

Die auf diese Weise eingerichteten Kolben sollen sehr zweckmässig und brauchbar seyn; sie erfordern selbst kein Schmieren, indem das durch die Stopfbüchse der Kolbenstange in den Cylinder gelangende Oel hinreichend ist, um ihn feucht zu halten und die Reibung sehr gering zu machen. Der Gruben-Director giebt an, dass ein solcher Kolben 4 Jahr lang ohne irgend eine Reparatur in Betriebe gewesen sey. Dagegen erfordert die Anfertigung und Zusammensetzung dieses Stücks, als des wichtigsten bei einer Maschine dieser Art, eine grosse Geschicklickeit und Sorgfalt von Seiten des Maschinenbauers.

Die Figg. 10, 11, 12, 13 u. 14, Taf. 44, zeigen die einzelnen Theile von der Excentrikstange und von den Hebeln, welche die Bewegung dem Vertheilungsschieber mittheilen.

Die Stange Y, Fig. 10 u. 11, besteht aus zwei Stücken, welche durch eine Gliederung mit Dille verbunden sind, so dass man sie verlängern, oder verkürzen kann. Die Dille wird darauf durch eine Druckschraube festgestellt. Die Stange wird in ihrer Mitte von einer andern gefasst, die zu einem Balancier mit Gegengewicht ausläuft, welche an dem Boden befestigt ist. Sie endigt in dem Einschnitte mit dem Griff α, Fig. 11 u. 12. Dadurch erhält der Hebel S von dem Excentricum eine abwechselnde Bewegung, die er der horizontalen Welle z und der Stange T mittelst des Hebels S' mittheilt, der auf derselben horizontalen Welle befestigt ist, wie Fig. 13 u. 14 zeigt.

Die Stange Y verbindet sich auch noch mittelst zweier gegliederter Hebel β u. γ mit der kleinen horizontalen Welle δ.

Die Figg. 13 u. 14 zeigen, wie die Stange T des Schiebers sich mit dem Hebel S verbindet. Diese Verbindung ist mittelst des Stückes ε bewirkt, die als Gabel über dem Bolzen ζ. Die Stange T tritt in eine Oeffnung in dem Stücke ε und ist in demselben durch die Druckschraube η befestigt. Der Bolzen ζ kann in der Rinne θ in dem Hebel S laufen und sich folglich in zweckmässiger Entfernung von der Drehungsachse feststellen.

Der Hebel S' ist mit der Welle z durch eine Druckschraube verbunden.

Die Fig. 12 zeigt die Details von der Einrichtung des Hebels S und seiner Verbindung mit der Stange Y. Der Bolzen α kann in einer Rinne ι laufen und sich in derselben an dem gehörigen Puncte feststellen. Dieser Bolzen endigt an seinem einen Ende in einem Schraubengewinde, welches dazu dient, ihn mittelst einer Schraube an das Stück S zu befestigen. An seinem andern Ende ist ein kleines Stück Eisen angenietet, welches, da es parallel mit dem Hebel S läuft, die Stange Y leitet und

sie plötzlich auf den Griff *a* fallen lässt, wenn der Fuss von der Kurbel *x* der Fig. 10 weggenommen wird.

Die Figg. 15, 16 u. 17, Taf. 44, stellen die einzelnen Theile der Körbe dar, auf welche sich die Eisendrahtseile aufwickeln. Der Kranz eines jeden Korbes besteht aus 6 Felgen, die sich zu zweien in der Mitte eines jeden Armes vereinigen und mit den Armen durch eine Klaue verbunden sind, in welche diese endigen. Diese Verbindung wird durch vier Bolzen befestigt, welche in die Felgen eingeschraubt werden. Der eine Korb hat einen an den Kranz angegossenen Rand, gegen den die Schuhe einer Bremse treten. Die 6 Arme sind mit der Nabe aus einem Stücke gegossen worden. Die Welle *U* besteht aus Gusseisen, ist cylindrisch und abgedreht. An die Welle ist der Kranz *k* angegossen und ebenfalls auf der Drehbank abgedreht. Derjenige Korb, der stets mit der Welle verbunden bleibt, ist auf derselben durch Schliesskeile oder Schlüssel verbunden, welche in Schlüsselwege eingetrieben worden, welche zur Hälfte in der Welle und zur Hälfte in der Nabe des Korbes befindlich sind.

Was nun den andern Korb betrifft, welcher sich auf der Welle drehen muss, wenn man das Seil umspannen, d. h., verlängern oder verkürzen will, so ist eine Platte λ, durch 6 Bolzen mit den Armen des Korbes verbunden, mit dem an der Welle angegossenen Kranz $\varkappa$, durch drei Bolzen μ vereinigt. Soll nun der Korb auf der Welle leer laufen, so braucht man nur diese Bolzen wegzunehmen.

Die Seilscheiben, über welche die Drahtseile gehen, bestehen aus hölzernen Felgen, welche zwischen zwei gusseisernen Scheiben festgehalten werden. Die Figg. 6 u. 7, Taf. 47, sind ein senkrechter Aufriss und ein Durchschnitt von einer dieser Seilscheiben. Jede Scheibe besteht aus einem Kranze, der 8 Arme hat und mit Löchern versehen ist, durch welche die Bolzen gehen, welche die beiden Scheiben vereinigen und zwischen sich die bogenförmig zugeschnittenen Stücken Holz befestigen, welche die Kehle für die Aufnahme des Seiles bilden. Diese ringförmigen Segmente treten gegen die Ränder auf der inneren Seite der Scheibenkränze; sie bestehen aus hartem Holz und sind so zugeschnitten, dass die Fasern in senkrechter Richtung auf der Peripherie des Ringes stehen. Die Kehle wird erst alsdann auf der Drehbank ausgedreht, wenn die Seilscheibe zusammengesetzt und mit ihrer Achse verbunden ist.

Die Figg. 8 u. 9, Taf. 44, sind ein Grund- und ein Aufriss von der sich selbst bewegenden Waage *G* der Fig. 1, Taf. 46, mittelst welcher die beladenen Wagen aus dem ersten oder zweiten Geschosse des Göpelhauses auf die Sohle des umgebenden Bodens herabgelassen werden.

a, ist das Gerüst, welches die Trommel trägt.

b, Trommel, um welche sich das Seil legt, an welchem die Schalen der Maschine angehängt sind.

c, Bremse, welche zur Mässigung der Geschwindigkeit bei dem Herabsinken dient. Sie besteht aus Felgen von Fichtenholz, welche nur durch dünne Bänder von Bandeisen miteinander vereinigt sind. Das Ganze wird von einem breiten eisernen Reifen umgeben, dessen Enden durch Gliederungen und durch die eisernen Stangen, mit dem grossen Hebel, der zur Bewegung der Bremse dient, verbunden sind.

Diese Bremse ist auf dem Gerüste mittelst des Nagels *d* befestigt, um welchen sich eine Klaue dreht, die an den eisernen Reifen angeschweisst ist.

e, fester Punct des grossen Hebels.

f, grosser Hebel. Er besteht aus einem eisernen Hebel, der mittelst einer Gabel und mittelst dreier Schraubenbolzen mit einem hölzernen Hebel von hinlänglicher Schwere verbunden ist, so dass die Bewegung der belasteten Maschine verhindert werden kann.

Da der gefüllte herabsinkende Wagen auf die obere Platte der Waage gestellt worden ist, und der aufwärtsgehende leere auf die untere Schale, so hebt der Arbeiter den Hebel *F*, indem er an einem Seile zieht, welches über eine Frictionsrolle läuft und mit dem Ende dieses Hebels verbunden ist. Da derselbe ein Wenig gehoben wird, so lös't sich die Bremse; die von dem Gewichte der Wagenladung in Bewegung gesetzte Trommel dreht sich und bringt den ersten Wagen auf die Sohle der untersten Eisenbahn, und den zweiten Wagen auf die Sohle des ersten Geschosses von dem Göpelhause.

Da der Durchmesser der Trommel *b* grösser, als die Entfernung der senkrechten Linien ist, welche durch die Mittelpuncte der beweglichen Schalen gehen, so hat man an dieselben gusseiserne Walzen *h* angebracht, welche als Leiter dienen und gegen die senkrechten Säulen des Gerüstes treten.

Setzsieb für die Staubkohlen. Zu St. Etienne werden die Stückkohlen gewöhnlich mit der Hand sortirt, um möglichst die Zerbröckelung zu vermeiden, wodurch eine bedeutende Verminderung des Werthes bewirkt wird. Die Staubkohlen der fetten oder backenden Kohlen, welche von den Schmieden und zum Verkoaken benutzt werden können, haben einen bedeutenden Werth, allein es ist von Wichtigkeit, dass sie von den schieferigen und erdigen Theilen befreiet werden. Durch eine Handscheidung in der Grube und durch eine zweite über Tage ausgeführte Scheidung entfernt man die grössern Schieferstücke; allein es bleiben noch immer kleine schieferige und erdige Theile zurück, die man mit der Hand nicht abscheiden kann. Man hat daher seit einigen Jahren eine Setzvorrichtung eingerichtet, mit welcher man mit Hülfe des Wassers die guten Staubkohlen abläutert. Die Figg. 18 u. 19, Taf. 44, zeigen einen Grundriss und einen senkrechten Durchschnitt des Apparates, welcher auf der Grube Bérard in Betriebe ist.

a, grosser Kasten, welcher bis zum Niveau *xx* mit Wasser angefüllt ist.

b, anderer Kasten, der genau in den vorhergehenden einpasst und leicht herausgenommen werden kann; er tritt auf den innern Vorsprung *a'*.

c, Sieb von Kupfer oder Messing, wenn das benutzte Wasser keine ätzenden Eigenschaften hat.

d, Kolben.

e, Hebel, welcher dem Kolben *d* eine auf- und niedergehende Bewegung ertheilt, welche hinreichend ist, um das Wasser in dem Kasten *b* emporzudrücken.

e', Leitung für den Hebel oder Schwengel.

f, Zugstange, durch welche der Kolben *d* bewegt wird.

f', eiserner Nagel, um das ganze System in Stillstand zu bringen.

g, Zapfenloch, um den Kasten auszuleeren und zu reinigen.

h, Wasserleitung zur Abführung des Schiefers und der Unreinigkeiten von der Setzarbeit.

So wie man aus den Figg. 18 u. 19 ersieht, hat dieser Apparat fast dieselbe Einrichtung, als die Oberhärzer Setzsiebe. Das Sieb bleibt unbeweglich, und das Wasser ist es, welches in dem Kasten schwankt, indem ihm durch den Kolben *d* diese

abwechselnde Bewegung ertheilt wird. Das Wasser, welches durch das Sieb aufsteigt, hebt das auf demselben liegende Material. Wenn sich das Wasser zurückzieht, so fällt diess Material mit einer um so grössern Geschwindigkeit zurück, je bedeutender das specifische Gewicht ist. Nach einigen Hüben sind die erdigen und schieferigen Theile, welche dichter als die Steinkohle sind, zu Boden gesunken und bilden auf dem Siebe eine Schicht, über welcher sich die gereinigte Kohle befindet.

Es sind verschiedene Versuche angestellt worden, um die Siebe von Kupferdraht durch ein wohlfeileres Material zu ersetzen, indem der Kupferdraht den Nachtheil hat, theuer zu seyn. Eisendraht wurde sehr bald zerstört; selbst Messingdraht widersteht nicht, wenn die Steinkohlen schwefelsaure Salze und Schwefelkies enthalten. Endlich hat man Siebe von Ruthen versucht, allein sie haben den Nachtheil, nicht recht regelmässig zu seyn, sich leicht zu verstopfen und nicht die gehörige Menge Wasser durchdringen zu lassen.

Zu einem guten Betriebe der Setzmaschine ist es erforderlich, das Wasser in dem Kasten oft zu erneuern; jedoch ist ein zweimaliger Wechsel täglich hinreichend.

Die Kosten belaufen sich auf etwa 5 Centimen für 400 Kilogr. abgeläuterter Kohle, lediglich an Arbeitslohn.

Förderungsmaschine der Steinkohlengrube *Grand Hornu.* Die Taf. 48 und 49 stellen ein Förderungsdampfmaschine von 60 Pferdekräften auf einem von den Schächten der Steinkohlengrube des *Grand Hornu* in der belgischen Provinz Hennegau dar, sowie auch das Seilscheibengerüst und die bereits weiter oben beschriebenen Tonnen.

Fig. 4, Taf. 48, ist ein Grundriss und ein horizontaler Durchschnitt durch die Achse des Schachtes, 1 Meter über dessen Oeffnung.

Fig. 1, Taf. 49, ist ein senkrechter Durchschnitt der Gebäude über der Maschine und über dem Förderschachte, nach einer durch die Achse des Schachtes gehenden Ebene.

Fig. 2 ist ein senkrechter Aufriss von dem vordern Theile des Seilscheibengerüstes, nach einer Ebene, welche senkrecht auf der in Fig. 1 steht. Fig. 3 ist ein Aufriss von dem hintern Theile des Gerüstes nach einer Ebene, die parallel mit der in Fig. 2 ist.

AA stellt das Seilscheibengerüst dar; es besteht aus Eichenholz.

m,m, die gusseisernen Seilscheiben, über deren Kehlen zwei Bandseile gehen, an denen die Tonnen *v,v* hängen, und welche sich in umgekehrter Richtung auf den Bobinen *b,b* aufwickeln. Diese erhalten ihre Bewegung von der Maschine mittelst zweier Zahnräder *P* und *R*.

C, Zimmer des Maschinenwärters.

C', kleiner Raum für eine Handschmiede.

c,c, Säulen, welche die Balancierzapfenlager tragen.

M, Kurbel.

R', Esse.

K, Gebäude über dem Kessel.

P', kleiner Förderschacht, der durch einen Ort mit dem Fahrschachte durchschlägig ist, welchen ein Scheider von dem Fahrschachte trennt. Wenn die Tonnen zu Tage ankommen, so werden sie mittelst des Haspels *S* auf den Rost *G* umgestürzt. Das Seil dieses Haspels läuft über die Scheibe *T* und fasst mittelst eines Hakens den Ring, welcher am Boden der Tonne sitzt.

Die Stäbe des Rostes *G* liegen 3 Centimeter auseinander. Das Ende, welches durch die leeren Räume geht, die zwischen diesen Stäben befindlich sind, führt mittelst eines Trichters zu den Wagen, welche darunter auf Eisenbahnen α, α stehen.

Die Stückkohlen werden mittelst der Kratze über die geneigte Ebene $p' \; p'$ gezogen und mit der Hand in Körbe geladen, die man auf kleine Wagen vor dieser Ebene, auf der Eisenbahn $\alpha' \; \alpha'$, stellt.

Die zweite Sorte von Stückkohlen, die halbgroben, werden mittelst der Kratze über die Bühne *p* bis zu den Trichtern *o, o, o, o,* und durch diese in die Wagen gezogen, welche auf der Eisenbahn α', α' stehen.

Die Triebkraft ist eine Dampfmaschine ohne Condensator, von 60 Pferdekräften; sie ist im Grundrisse und im Aufrisse auf den Taf. 48 u. 49 dargestellt. Die Fig. 1, Taf. 50, ist ein Aufriss der Maschine nach einem weit grössern Maassstabe, deren Grundriss Taf. 48 enthält. Die Fig. 2 und 3 sind horizontale und senkrechte Durchschnitte der Schieber und der Vertheilungsbüchse.

C, Dampfcylinder.

B, B, Dampfvertheilungsbüchsen, welche durch eine senkrechte Röhre vereinigt sind, die zwei Schieber zur Regulirung des unter und über den Kolben strömenden Dampfes enthalten.

a, Röhre, durch welche der Dampf in die obere Büchse *B* gelangt; sie enthält einen Schieber, durch welchen die Menge des einströmenden Dampfes regulirt wird.

T, Röhre, welche den Dampf aus dem Cylinder in den Behälter führt.

Der senkrechte Durchschnitt, Fig. 2, stellt die beiden Schieber dar, welche durch eine Stange in der Röhre verbunden sind, welche die beiden Büchsen *B* in Communication bringt. Auf dieser Fig. sind t, t' die beiden Schieber, a, a' die Oeffnungen, durch welche der Dampf strömt, um in den Cylinder und aus demselben herauszuströmen, jenachdem die durch den Schieber freigemachten Oeffnungen den Raum über oder unter dem Kolben in Verbindung mit den Büchsen der Dampfröhre setzen, oder von dem Schieber bedeckt, dieselben Theile des Cylinders mit den Ausströmungsöffnungen verbinden. c, c' Ausströmungsöffnungen, welche mit der Röhre *T* in Verbindung stehen. *s*, Stange, welche die beiden Schieber vereinigt.

D, Kolbenstange des Dampfcylinders, welche ihre Bewegung dem Balancier *E* mittheilt, der mittelst der Kurbelstange B' und der Kurbel *M* die Welle *A* des Schwungrades *V* bewegt.

Die Welle *A* hat ein Excentricum *e*, deren Stange an einem Hebel sitzt, der die Welle a' bewegt, welche die Bewegung wiederum dem Hebel *l* mittheilt.

Mittelst der Stange *f* ist diese Bewegung dem Hebel l' mitgetheilt, der an der Welle a'''' sitzt, und der diese Bewegung seinerseits mittelst der Stange *g* den durch die Stange *t* verbundenen Winkelhebeln l'' und l''' mittheilt.

Der Hebel l''' ist auf der Welle a''' befestigt, und l'' an der Welle a''; die Welle a''' ist mit zwei andern Hebeln b', b' versehen, die ihrerseits die Bewegung den Schiebern mittheilen; diese Bewegung wird durch ein Gegengewicht, welches an dem Hebel b'' sitzt, erleichtert.

Zur Umänderung der Bewegung hakt man, Taf. 48, die Stange *f* von ihrem Knopfe los, um sie an den Knopf *m* des Hebels *k* zu hängen. Der Hebel *k* ist an der Welle a''' befestigt, welche folglich alsdann die unmittelbare Bewegung von diesem Hebel erlangt und sich in entgegengesetzter Richtung von der bewegt, in welcher

sie bis dahin ging, und in der sie mittelst der Reihe von Hebeln *l''*, *l'''*, der Stange *t* und der Stange *g*, welche wir schon beschrieben haben, geführt wird.

Die Schwungradwelle *A*, Taf. 48, trägt ein Getriebe *P*, welches in das an der Welle *A'* befestigte Rad *P'* greift. Auf der Welle sind die Bobinen *b*, *b* befestigt, auf welche sich in umgekehrter Richtung das flache Förderseil aufwickelt.

Q, Kaltwasserpumpe, welche durch die Röhre *N* das Wasser aus dem Schacht dem Behälter *R* zuführt, wo es durch den aus dem Cylinder ausströmenden Dampf, welcher durch die Röhre *T* dahin gelangt, und dessen Ueberschuss durch die Röhre *T'* in die Atmosphäre entweicht, erwärmt wird.

Q', *Q'*, Saug- nnd Druckpumpen zur Speisung des Kessels, welche das Wasser mittelst der Röhre *S* aus dem Wasserbehälter *R* aufnehmen und es durch die Röhre *S'* dem Kessel zuführen.

Maschine zum Fahren der Bergleute in den Schächten. Die Fahrung der Grubenarbeiter in den Schächten geschieht entweder auf saigern oder donlägigen Fahrten, oder indem sie sich in oder auf den Rand der Fördertonnen stellen, oder in besondere Sitze an den Förderseilen setzen. Die letztere Methode des Fahrens, das sogenannte Fahren auf dem Seil, ist in den Steinkohlengruben des französischen Loiredepartements, sowie in den meisten tiefen Steinkohlenbergwerken Belgiens und Englands in Gebrauch. Zu Anzin in Nordfrankreich, sowie in den Steinkohlenbergwerken Preussens, ist es verboten. In den tiefsten metallischen Bergwerken des Oberharzes, des Erzgebirges und Cornwallis ist diese Fahrmethode nicht gebräuchlich. In den Schächten dieser Gruben, von denen viele über 400 und manche bis 700 Meter tief sind, geschieht die Fahrung durch Fahrten. Dadurch verbrauchen die Bergleute zum Einfahren, hauptsächlich aber zum Ausfahren, vor und nach jeder Schicht viel Zeit und viel Kraft, welche von ihren Leistungen in Abzug kommen muss; es können selbst nur junge und sehr kräftige Arbeiter in den Tiefbauen benutzt werden.

Im Jahre 1831 machte Herr Oberbergrath Albert die Oberhärzer Bergbeamten auf das frühzeitige Bergfertigwerden der Arbeiter in den tiefen Gruben, wie in dem Samson, zu St. Andreasberg und in dem Herzog Georg Wilhelm zu Clausthal, aufmerksam. Er lud alle Bergleute und Mechaniker ein, auf Mittel zu sinnen, durch welche die Arbeiter ohne Gefahr einfahren und besonders ausfahren könnten; denn das letztere ist es hauptsächlich, welches zu einem bedeutenden Kraft- und Zeitverluste Veranlassung giebt, indem das Einfahren natürlich weit leichter und weit schneller von Statten geht.

Der Herr Obergeschworene Dörell zu Zellerfeld machte im Jahre 1833 den Vorschlag, die Triebkraft eines Kunstrades, welches nicht mehr gebraucht wurde, da ein Stollendurchschlag der Grube eine natürliche Losung verschaffte, zum Ausfahren der Mannschaft zu benutzen. Es wurden daher an den Kunstgestängen Tritte und Handgriffe angebracht, so dass die Bergleute abwechselnd von einem Kunstgestänge auf das andere treten und von dem aufwärtsgehenden fortwährend gehoben wurden. Diese Fahrkunst oder Fahrmaschine, welche seit 1833 in dem 96 Lachter tiefen Schachte der Grube Spiegelthals-Hoffnung zu Zellerfeld in einem guten Betriebe ist, wurde bereits im 10. Bande von der zweiten Reihe des Karsten'schen Archivs beschrieben, und es sind seitdem am Oberharze 7 andere Fahrkünste vorgerichtet.

Die Fahrkunst im Spiegelthaler Schachte ist in den Figg. 1 u. 2, Taf. 51, dargestellt. Die beiden parallelen Gestänge *AA'*, *BB'* hängen mit ihren oberen Enden an einem Kunstkreuze, welches durch das Kunstrad eine hin- und hergehende Bewegung erlangt und stehen 28 Zoll (0,70 Meter) auseinander. Die Gestänge im Spiegelthaler Schachte bestehen aus 4 Lachter langen, 6 Zoll breiten und 4 Zoll dicken Holzstükken von Fichtenholz. Zwei von diesen Stücken sind durch Verzahnung miteinander verbunden, welche Verbindung des einen in der Mitte des andern Gestänges stattfindet, und sie ist durch zwei, 20 Zoll lange eiserne Schienen verstärkt, welche eingelassen und durch 2 Bolzen befestigt worden sind. Zwei von diesen Stücken bilden ein Gestänge, welches auf dem Querschnitte ein Rechteck von 0,116 Meter Breite und 0,18 Meter Stärke bildet. Beide Gestänge befinden sich nebst der zwischen ihnen stehenden Fahrt in derjenigen Abtheilung des Schachtes, welcher der Fahrschacht genannt wird, wie die Figg. 1 u. 2 verdeutlichen. In saigern Entfernungen von 10—15 Metern sind in den Fahrschächten söhlige Böden von Bretern, sogenannte Ruhebühnen, *a, a*, angebracht. An den Gestängen sind in Entfernungen, die gleich dem Doppelten der Grösse von der abwechselnden Bewegung von einem jeden dieser Gestänge sind, Tritte, *d, d, d*, angebracht, auf welche sich die Arbeiter stellen. In dem Spiegelthaler Schachte beträgt die Entfernung zweier Tritte voneinander 1,25 Meter; bei anderen Fahrkünsten aber 1,50 bis 2 Meter. Die Tritte bestehen aus horizontalen Bretern, die auf der Verlängerung zweier nach einem stumpfen Winkel gekrümmten Eisen ruhen, die an den entgegengesetzten Seiten des Gestänges durch Schraubenbolzen mit demselben verbunden sind, welche die Festigkeit des Gestänges noch mit verstärken, sowie auch durch einen andern Bolzen oder ein flaches Stück Eisen, welches an dem Vordertheile des Gestänges angebracht worden ist. In einer zweckmässigen Höhe über den Tritten, so dass sie der Arbeiter bequem fassen kann, sind eiserne Griffe, *g, g, g*, angebracht. Die Tritte und die Griffe sind von einer Bühne zur andern abwechselnd auf den beiden entgegengesetzten Seiten der Gestänge befestigt, nachdem die Arbeiter auf einer Bühne angekommen sind, um sich auf die andere Seite zu stellen. Die Gestänge werden durch Frictionsrollen *k, k* geleitet, welche auf der entgegengesetzten Seite von der angebracht worden sind, an der die Tritte und Griffe sitzen, und die folglich mit den Seiten abwechseln. Diese Walzen haben einen Durchmesser von 0,30 Meter, und eine Länge von 0,26 Meter; sie sind mit gusseisernen Rändern versehen. Da, wo die Gestänge sich an diesen Walzen reiben, haben sie eiserne Schienen *αβ*. Alle diese Details sind auf den Figg. 1 u. 2 deutlich ersichtlich. Die Gestänge sind ausserdem auf ihrer ganzen Länge, welche etwa 200 Meter beträgt, mit 5 Fangbäuken versehen, damit bei einem Bruche des Gestänges es von denselben aufgenommen, oder vielmehr nicht über eine Hubhöhe von 48 Zoll niedergehen könnte; wir kommen im nächsten Capitel auf diese Fangbänke zurück.

Wollen nun die Arbeiter ausfahren, so wird vom Schachte aus dem über Tage befindlichen Schützer ein Signal gegeben, worauf derselbe soviel Wasser auf das Rad gehen lässt, dass jedes Gestänge etwa 10 Hübe in der Minute macht. Jeder von der ausfahrenden Mannschaft stellt sich auf den untersten Tritt desjenigen Gestänges, welches in dem Augenblicke, wo er daselbst anlangt, unten in dem Schachte befindlich ist. Durch einen Hub des Gestänges wird der Arbeiter 1,25 Meter gehoben. In diesem Augenblicke findet ein todter Punct und folglich ein kleiner Aufenthalt statt, welchen der Arbeiter benutzt, um auf den letzten Tritt des entgegengesetzten Gestänges über-

zugehen, welcher alsdann in gleicher Höhe mit demjenigen ist, auf welchem er sich befindet. Er wird wiederum um 1,25 Meter bis zu einem zweiten todten Puncte gehoben, worauf er zu dem ersten Gestänge zurückgeht, und auf diese Weise gelangt er nach 8 Hüben zu einer Ruhebühne. Dort wird er durch das Fehlen eines Trittes auf dem parallelen Gestänge bedeutet, dass er auf die Bühne niedergehen und sich auf die andere Seite des Gestänges stellen soll, um seine Fahrt fortzusetzen. Die zwischen den beiden Gestängen stehenden Fahrten dienen zum Weiterfahren, wenn sich ein Unfall ereignete. Der mit dem Fahren mittelst des Gestänges ungeübte Bergmann kann sich auch, wenn er den rechten Tritt verfehlt, oder wenn die Maschine zu rasch geht, ebenfalls auf die Fahrt stellen, wiewohl er auch, wenn er den todten Punct vorübergehen liess, auf dem Gestänge, auf welchem er sich befindet, bleiben und mit demselben nieder- und aufsteigen kann.

Diese soeben beschriebene Fahrkunst dient sowohl zum Ein- als Ausfahren. Es scheint jedoch, als wenn es jetzt verboten sey, sich der Maschine zum Einfahren zu bedienen, indem das Gewicht der einfahrenden Mannschaft den Gestängen, bei nicht gehöriger Anwendung der Bremsen, eine zu grosse Geschwindigkeit ertheilen und Veranlassung zu Unfällen geben könnte. Um bei'm Ausfahren die Gestänge nicht zu sehr zu belasten, dürfen nur 20 Bergleute zu gleicher Zeit ausfahren.

Da die Fahrkunst im Spiegelthaler Schachte so gute Resultate gegeben hatte, so wurde im Jahre 1835 im Herzog Georg Wilhelmer Schachte zu Clausthal eine ähnliche Fahrkunst, bis zu einer Teufe von 200 Lachtern unter Tage, vorgerichtet. Da dieser Schacht eine Donlage von 70 Grad hat, so liegen die parallelen Gestänge auf Frictions-Walzen auf dem Liegenden, und die Tritte müssen folglich alle auf derjenigen Seite der Gestänge angebracht seyn, die dem Hangenden zugekehrt sind. Um eine zu grosse Belastung des Apparates zu vermeiden, und um Brüche von einer zu bedeutenden Höhe, oder ein tieffallendes Gestänge zu vermeiden, hat man die Tritte nur auf Distanzen von 10, 16 oder 24 Metern angebracht, welche wiederum durch Distanzen getrennt worden sind, die keine Tritte enthalten, und auf denen die Arbeiter die Tritte verlassen und auf den gewöhnlichen, seitwärts stehenden Fahrten weiter fahren müssen.

Gestänge von Drahtseil in dem Samsoner Schachte zu St. Andreasberg. Im Jahre 1836 beschäftigte man sich mit der Anlage von Fahrkünsten in noch tieferen Schächten, nämlich in dem Schreibfeder-Schachte zu Zellerfeld und in dem Samsoner Schachte zu St. Andreasberg. Hier fürchtete man, dass die Apparate, wie die schon ausgeführten, ein zu bedeutendes Gewicht haben würden, und man entschied sich folglich dahin, den Versuch zu machen, die eisernen Gestänge durch solche von Drahtseilen zu ersetzen. Die Figg. 3, 4 u. 5 stellen den Apparat dar, welcher in dem Samsoner Schacht im Betriebe ist. Dieser auf dem Gange abgesunkene Schacht hat jetzt eine Teufe von etwa 400 Lachtern, jedoch wird man noch mit Absinken fortfahren. Von Tage nieder hat er ein Fallen von 85 Grad. In 380 Meter Teufe wird er saiger; bei 540 Meter wird das Fallen wieder 85 Grad, allein wiedersinnig von dem, vom Tage ab herrschenden. In 600 Meter Teufe endlich wird der Gang wieder saiger und scheint auch so zu bleiben.

Die Gestänge der Fahrkunst in diesem Schachte bestehen aus 2 parallelen Seilen von Eisendraht von etwa 3 Millimeter Durchmesser. Die Anzahl der Drähte nimmt mit zunehmender Teufe ab. Von Tage abwärts besteht jedes Seil aus 36 Drähten,

wogegen die im Tiefsten befindlichen Seile aus nur 2 Drähten zusammengeflochten sind. Die untereinander parallelen Gestänge, zwischen denen die Fahrten angebracht, sind von Distanze zu Distanze durch eiserne Ketten miteinander verbunden, welche über grosse Rollen mit Kehlen laufen, und welche in der Mitte eine sehr tiefe Kehle haben, um die Gestänge hindurchgehen zu lassen, wie man aus den Figg. 3 bis 5 deutlich ersieht. Die Verbindung der Gestänge mit den Ketten geschieht durch Hölzer, *p, p,* zwischen denen die Seile durch Schraubenbolzen fest eingeklemmt sind, und welche zu gleicher Zeit als Bruchbänke dienen, so dass bei einem Seilbruche der gerissene Theil nicht weiter herabfallen kann, als ein Hub beträgt. Ausserdem hat diese Verbindung noch den Vortheil, die Gestänge durcheinander in verschiedenen Teufen in's Gleichgewicht zu bringen, und folglich die oberen Verbindungspuncte und die oberen Theile der Seile von dem Gewichte der untern Theile zu entlasten. Die Stützen oder Träger der Tritte *a, a,* welche 3,20 Meter voneinander entfernt sind, und die eisernen Griffe *b, b,* die über den Tritten angebracht, sind mit den beiden Seilen eines und desselben Gestänges durch Eisendrähte verbunden. Die Drahtseile ruhen auf gusseisernen Frictionsrollen, die sie leiten. Die Walzen *x* sind auf die in den Figg. 3 u. 4 angegebene Weise angebracht. Die Fahrenden steigen in dem sie trennenden Zwischenraum auf den Fahrten *C* ab- oder aufwärts. Der Hub des Gestänges beträgt 1,60 Meter.

Fahrkunst der Grube Tresavean. Fast zu derselben Zeit, in welcher man auf dem Oberharze die Dörell'sche Maschine erbaute, beschäftigte man sich in Cornwallis mit der Construction eines Apparats zur Befahrung der tiefen Schächte dieses Landes. Man blieb bei einem Systeme starker hölzerner Gestänge stehen, ähnlich der Schachtgestänge bei den Pumpen, die man nebeneinander anbrachte, und denen eine Dampfmaschine die abwechselnde auf- und niedergehende Bewegung ertheilte. Die Figg. 6 u. 7, Taf. 51, stellen die Einrichtung der Fahrkunst auf der Tresavean-Grube dar, welche eine Teufe von 240 Faden (439,20 Meter) hat. *T, T* sind die beiden hölzernen Schachtgestänge, welche mittelst der gegliederten Stangen *CD, CD* an den Halbkreuzen *ABC,* welche sich um ihre Zapfen *B,B* bewegen, aufgehängt worden sind. Die untern Arme *A,A* dieser Halbkreuze oder Winkelhebel sind durch die Stange *E* miteinander verbunden und erhalten ihre hin- und hergehende Bewegung mittelst der Stange *L* und mittelst eines andern Halbkreuzes *M'M.* An den Gestängen *T'T* sind die hölzernen Tritte befestigt, die um die halbe Grösse eines Hubes von jedem Gestänge auseinander liegen. Diese Tritte füllen den Querschnitt des länglich viereckigen Schachtes, der auf diese Weise in bewegliche Abtheilungen getheilt ist, in welche sich die ein- und ausfahrende Mannschaft stellt. Die Triebkraft ist wahrscheinlich eine Dampfmaschine mit doppeltem Cataract, welche bei jedem todten Puncte einen geringen Aufenthalt veranlasst, während welchem die Ein- und Ausfahrenden von dem Tritte, auf welchem sie sich befinden, auf denjenigen treten, der ihnen gegenüber befindlich ist.

Die Figg. 6 u. 7 geben übrigens nur einen allgemeinen Begriff von der Maschine, von der ich keine vollständigen Abbildungen besitze. Die Gestänge werden ganz sicher durch Frictionsrollen geleitet, wie es bei anderen Gestängen der Art der Fall ist. Auch müssen sie mit Bruchbänken versehen und in verschiedenen Teufen in's Gleichgewicht gesetzt seyn, entweder mit Hülfe von Balanciers, oder von Ketten, die

über Rollen gehen, ähnlich denen, wie sie bei der Samsoner Fahrkunst angewendet werden, die in Fig. 3—5, Taf. 51, dargestellt worden ist.

Fahrkunst des Herrn Warocqué. Herr Abel Warocqué stellt jetzt in einem der Schächte der Steinkohlengrube Mariemont, im Hennegau, eine Fahrkunst auf, die jedoch dadurch wesentlich von den übrigen abweicht, dass hauptsächlich die Kreuze zur Mittheilung der Bewegung der Triebkraft auf die Gestänge durch einen hydraulischen Balancier mitgetheilt wird. Die Taf. 52 giebt eine genaue Abbildung dieses Apparats.

I, I', Fig. 1, sind zwei senkrechte Cylinder, die auf einem und demselben hohlen Fundament *L* stehen, welches sie mit dem untern Theile in Verbindung setzt. Ein jeder von diesen Cylindern enthält einen Kolben mit metallischer Liderung, ähnlich denen bei den Wassersäulen-Maschinen. Die Kolbenstangen gehen durch den Boden des Fundaments mittelst Stopfbüchsen *NN*. Die hölzernen Schachtgestänge *DD* sind mit dieser Kolbenstange verbunden. Das Fundament oder Bodenstück *L* ist mit einem Röhrenstück *M* und einem Hahne versehen; diese Röhre dient zum Entleeren des Wassers, welches sie enthalten, oder um es in ihr Inneres unter die Kolben einzuführen, welches mittelst einer Druckpumpe geschieht. Oben sind beide Cylinder offen und mit einem gemeinschaftlichen gusseisernen Gefässe *VV* versehen, durch welches sich das Wasser aus einem Cylinder in den andern begeben kann. Die eine Kolbenstange verlängert sich und steht mit dem Kolben eines Cylinders *U* von einer doppeltwirkenden Dampfmaschine in Verbindung, dessen Achse in der Verlängerung von derjenigen einer der Cylinder *I'* liegt.

Man drückt Wasser in die Cylinder *I*, *I'*, bis dass die beiden Kolben in der Mitte ihres Hubes sind. Darauf giesst man Wasser in den obern Theil dieser Cylinder, bis dass sie vollständig angefüllt sind. In diesem Zustande der Dinge wird die abwechselnde Bewegung, welche dem einen der Cylinderkolben *I, I'* und einem von den Gestängen *T, T'* durch das Spiel der Dampfmaschine ertheilt worden ist, dem zweiten Kolben und dem zweiten Gestänge durch das in den Cylindern enthaltene Wasser mitgetheilt, und die beiden Wassersäulen werden sich in allen Stellungen des Systems gegenseitig das Gleichgewicht halten, ohnerachtet der passiven Widerstände, welche durch das Strömen durch enge Oeffnungen und durch die Reibung veranlasst werden. Die Grösse des Hubes von einem jeden Kolben und von jedem Gestänge beträgt 3 Meter. Die an den Gestängen befestigten Bühnen sind 6 Meter voneinander entfernt. Die Cylinder-Durchmesser sind so berechnet, dass der von dem Gewicht eines jeden Gestänges bestimmte Druck, nebst der Reibung, nur $4\frac{1}{2}$ bis 5 Atmosphären beträgt. Das Spiel von den Ventilen der doppeltwirkenden Dampfmaschine wird durch einen doppelten Cataract regulirt werden, so dass am Ende eines jeden Kolbenhubes ein solcher Stillstand stattfindet, dass die fahrende Mannschaft ohne Gefahr von der einen Bühne auf die andere ihr gegenüberliegende gelangen kann. Die Einrichtung des Cataracts werden wir in dem nächsten Capitel bei den Wasserhaltungsmaschinen kennen lernen.

Die an den Gestängen befestigten Bühnen sind in *A, A, A*, Fig. 1, 2 u. 3, in senkrechtem Aufrisse, und in Fig. 4 im Grundrisse dargestellt. Diese letztere Figur zeigt, dass das Ganze dieser Bühnen den gänzlichen Durchschnitt des elliptischen Schachtes einnimmt, abgerechnet einen Spielraum von etwa 10 Centimetern zwischen ihrem Umfang und der Mauer, sowie mit Abzug eines Raumes *I*, der durch einen Aus-

schnitt in einer der Bühnen hervorgebracht worden ist. In diesem Raume sind Fahrten angebracht, welche in dem Falle dienen, dass ein Stillstand oder irgend eine andere Störung bei der Fahrkunst vorfiele. Die Bühnen sind übrigens mit Geländern umgeben, mit Ausnahme an der Vorderseite, wo die Arbeiter von der einen zur andern übergehen müssen. Sie bestehen aus Holz und sind zum Theil mit Blech beschlagen, welches man rauh gemacht hat, um ein Ausgleiten der Füsse zu vermeiden. Herr Warocqué hatte zuerst die Absicht, den Boden der Bühnen aus Stäben bestehen zu lassen, allein er fürchtete, dass der Wetterzug die Lampen auslöschen würde, und andererseits war er auch der Meinung, dass der freibleibende Querschnitt des Schachtes zu dem freien Wetterzuge hinreichend seyn dürfte. Jede Bühne ist durch das Geländer *E,E*, Fig. 4, welches an dem Gestänge befestigt ist und bis vorn geht, in zwei Abtheilungen getheilt. Diese Abtheilung hat den Zweck, die Verwirrung zu vermeiden, welche dadurch stattfinden könnte, wenn zu gleicher Zeit die Fahrkunst von aus- und einfahrenden Bergleuten benutzt würde. Auf diese Weise giebt es aber gewissermaassen zwei Wege, von denen der eine ausschliesslich von den Ausfahrenden und der andere nur von den Einfahrenden benutzt wird, so dass sich die fahrende Mannschaft ohne Gefahr und ohne Verwirrung durchkreuzen kann.

Jedes Gestänge wird durch Bolzen *C,C*, die in gewissen Entfernungen voneinander in dem Schacht angebracht und mit Fangbänken *B, B* versehen sind, geleitet. Fallen Brüche vor, so treten die elastischen Stücke *D,D* auf die Bolzen *C,C*.

Unten sind die Gestänge miteinander durch Enden von flachen Säulen verbunden, welche über die Rollen *F* gehen, die zwischen den beiden Linien angebracht sind, und deren Zapfen auf den gusseisernen Armen *G* ruhen; *H,H* sind eiserne Beschläge, mit denen die flachen Seile verbunden sind, die man mittelst Schrauben anspannt. Die Vorrichtungen entlasten die oberen Theile der Gestänge von dem Gewichte der oberen Theile, vermindern den Druck, welcher ausserdem unter den Kolben in den mit Wasser angefüllten Cylindern *II'* stattfinden würde, machen Brüche der Gestänge fast unmöglich, während sie auch zu gleicher Zeit die aus diesen Brüchen hervorgehende Gefahr vermindern.

Das von den Fahrten entfernt angebrachte Gestänge wird mit Tritten versehen werden, damit man von einer Bühne zu der obern entgegengesetzten gelangen könne, und von dieser auf die Fahrt, in dem Falle, dass der Apparat in Folge eines Unfalles in einer Stellung stehen bliebe, in welcher die Bühnen einander nicht gegenüberstehen. Die Anlagekosten eines vollständigen Apparats von 228 Meter Saigerteufe, mit Einschluss der Dampfmaschine, des Kessels und aller Nebenbestandtheile, veranschlagt Herr Warocqué auf 20,000 Franken; für einen Schacht von 600 Meter Teufe auf 32,000 Franken.

Der Apparat des Herrn Warocqué scheint uns, wenn er in allen seinen Theilen gut und sorgfältig ausgeführt ist, allen übrigen beschriebenen vorzuziehen zu seyn. Jedoch erscheint es uns zweckmässiger und vortheilhafter, statt des einen doppelt wirkenden Cylinders der Dampfmaschine zwei einfach wirkende Cylinder anzuwenden, so dass jedes Gestänge von den Kolben einer Maschine bewegt werden könnte. Die eisernen Kolbenstangen und alle Theile des Mechanismus würden alsdann nur ziehend und niemals stossend wirken. Der treibende Dampf würde unter denjenigen von den Kolben zugelassen werden, mit denen das aufsteigende Gestänge verbunden ist, wäh-

rend der obere Theil desselben Cylinders in Verbindung mit dem Condensator und mit der Atmosphäre stände. Zu gleicher Zeit würden die beiden Theile des andern Cylinders untereinander in Verbindung stehen, so dass der Kolben in einer Dampfatmosphäre niederginge. Der Verschluss des Gleichgewichtventils, d. h., desjenigen, durch welches die beiden Theile dieses Cylinders verbunden sind, würde etwas vor der Vollendung des Kolbenlaufs verschlossen werden müssen, um die Geschwindigkeit der Gestänge am Ende des Hubes durch den Druck des Dampfes zu unterbrechen, welcher unter dem Kolben der zweiten Maschine eingeschlossen ist. Ein Cataract würde das Spiel der Ventile zum Aus- und zum Einströmen des Dampfes in jeden Cylinder reguliren, sowie den Zwischenraum zwischen zwei aufeinanderfolgenden Kolbenhüben. Die Gleichgewichtsventile würden kurze Zeit vor dem Ende der aufsteigenden Bewegung eines jeden Kolbens durch Arme an den resp. Kolbenstangen geöffnet werden. Durch diese Abänderungen würden die Bewegungen sanfter werden und die Anhaltspuncte weniger plötzlich erfolgen. Vielleicht würde dadurch auch der hydraulische Balancier des Herrn Warocqué ersetzt werden können, indem derselbe neben manchen Vortheilen auch einige Nachtheile hat, z. B., dass er Wasser fallen lässt; die Verbindung des obern Theiles der Gestänge würde sich auf eine andere Weise bewerkstelligen lassen. So würde es, z. B., möglich seyn, die Enden der Kolbenstange der Dampfmaschinen durch ein starkes Bandseil oder durch eine sogenannte Uhrkette, welche sich über eine Rolle legt, zu verbinden, während man zu gleicher Zeit unter den Cylindern ein Zahnrad anbrächte, welches in zwei Zahnstangen greift, welche an der innern Seite der Gestänge angebracht sind; oder man könnte auch die beiden Gestänge durch ein flaches Seil verbinden, welches unter einer zwischen beiden angebrachten Rolle weggeht, so dass das eine Gestänge nicht emporsteigen könnte, ohne dass das andere nicht genöthigt würde herabzugehen*).

Transportkosten von Gütern auf verschiedenen Arten von Communicationen. Wir beendigen dieses Capitel mit der Angabe der Frachten für Güter, die auf verschiedenen Arten von Wegen transportirt werden. Der Transport von Steinkohlen auf 16 bis 20 Kilometer, auf ziemlich guten Wegen, sowie die meisten französischen sind, kostet im Allgemeinen 0,028 bis 0,030 Fr. auf 100 Kilogr. 1 Kilometer weit transportirt. Zuweilen werden, wenn viel Steinkohlen zu verfahren sind, diese Frachten etwas theurer.

Die Fracht auf den grossen Strassen Frankreichs, wie zwischen Lyon und Paris, oder zwischen Bordeaux und Paris beträgt 0,20 bis 0,21 Fr. auf die Tonne und das Kilometer. Zuweilen steigt sie auch bis 0,30 Fr. zwischen zwei grossen Städten, wenn eine bei weitem grössere Masse von Gütern von *A* nach *B* als von *B* nach *A* transportirt wird. Die Fracht von *A* nach *B* ist alsdann höher.

Die Steinkohlen, womit man auf der Saline zu Dieuze feuert, werden auf Wagen von Saarbrücken hin transportirt und die Fracht beträgt 2,35 Fr. für die 100 Kilogr. Der Ankaufspreis auf der Grube beträgt 0,64 Fr. und die Eingangssteuer 0,11 Fr. Die Fracht beträgt demnach 1,60 Fr. die 100 Kilogr. auf einer Entfernung von 56

*) Die bis jetzt bekannten Fahrkünste sind in einem Berichte über dieselben von dem belgischen Bergingenieur Herrn Delveaux de Fenffe beschrieben und abgebildet worden, welchen Bericht wir deutsch in unserer berg- und hüttenmännischen Zeitung, Jahrg. 1845, S. 961 etc., mitgetheilt haben. H.

Kilometern, d. h., 0,075 auf das Kilometer. Rückfracht von Dieuze nach Saarbrücken giebt es nicht.

Der Tarif auf den französischen Eisenbahnen ist folgender:

Von St. Etienne nach Lyon 0,10 Fr. auf die Tonne und auf das Kilometer niederwärts; Bahn aufwärts 0,12 bis 0,13 Fr.

Von St. Etienne bis zur Loire 0,15 Fr. abwärts und 0,20 Fr. aufwärts.

Die folgenden Angaben sind der gesetzliche Tarif, auf dessen Verminderung edoch einige Compagnieen angetragen haben:

Von Andrezieux nach Roanne 0,145 Fr. abwärts; 0,175 Fr. aufwärts.

Von der Grand Combé nach Bosère 0,10 Fr. für Steinkohlen und 0,15 bis 0,17 Fr. für Kaufmannsgüter dritter Classe, jenachdem sie ab- oder aufwärts auf der Bahn transportirt werden.

Von Paris nach Orleans 0,125 Fr. für Steinkohlen, und 0,16 Fr. für die Kaufmannsgüter dritter Classe.

Dieselbe Fracht wird von Paris nach Rouen und von Strassburg nach Basel bezahlt.

Von Nismes nach Montpellier 0,10 Fr. für die Steinkohlen. Der Tarif auf den Canälen beträgt 0,05 Fr. auf die Tonne und das Kilometer, wozu noch 0,015 für das Ziehen der Kähne etc. kommen.

Die Transportkosten zwischen Rouen und Briare auf der Loire, sowie auch von Paris nach Rouen, thalwärts, betragen nur 0,03 Fr. auf die Tonne und auf das Kilometer.

Auf einer guten englischen macadamisirten Strasse zieht ein Pferd in 10 Stunden täglich 22—24 englische Centner à 112 Pfund (1150 Kilogr.), mit Einschluss des Gewichts von dem Wagen, 23—24 englische Meilen (37800 Meter) weit. Das Gewicht des Wagens beträgt fast $\frac{1}{4}$ von dem Ganzen, wodurch der Nutzeffect auf 862 Kilogr., 38 Kilometer weit transportirt, reducirt wird. Die Zugkraft eines Pferdes auf einer solchen Strasse wird auf $\frac{1}{35}$ von dem Gewichte des Wagens und der Ladung, d. h., auf etwa 33 Kilogr., geschätzt.

Auf einer ebenen Eisenbahn zieht, nach der Angabe von Wood, ein Pferd in 10 Stunden täglich und mit einer Geschwindigkeit von 2 engl. Meilen (3218 Meter) in der Stunde, 10 Tonnen 20 engl. Meilen (32180 Meter) weit. Da das Gewicht der Wagen etwas weniger als $\frac{1}{3}$ von dem Ganzen beträgt, so folgt daraus, dass der Nutzeffect etwa 7 Tonnen, 32180 Meter weit transportirt, beträgt. Der Nutzeffect auf der Eisenbahn verhält sich daher zu dem auf einer guten Chaussee, wie 6,3 zu 1.

Die leeren oder mit Gütern beladenen Wagen werden von Rive de Gier nach St. Etienne auf einer sehr gleichförmig steigenden Rampe von 22 Kilometer Länge und von $\frac{145}{10000}$ durch eigenthümliche Locomotiven transportirt, deren Einrichtungen dahin gehen, um eine starke Adhäsion der Räder auf den Schienen zu erlangen. Auch der bekannte Stephenson hat neuerlich Locomotiven eingerichtet, mit denen bedeutende Steigungen befahren werden, und die sehr gute Resultate geben. Jedoch würde es uns viel zu weit führen, hier diese Einrichtungen kennen zu lernen.

Die Einschiffung von Steinkohlen auf Schiffen in Häfen, wo Ebbe und Fluth stattfindet, hat Veranlassung zu der Einrichtung beweglicher Röhren oder Lutten und Ladungsplätze gegeben, die mehr oder weniger sinnreich sind, sämmtlich aber den

Zweck haben, die Steinkohlen auf die Schiffe in einer grössern oder geringern Entfernung von dem Ufer und von einer grössern oder geringern Höhe über dem Meeresspiegel, je nach dem Wasserstande, zu bringen. In England sind solche Einrichtungen sehr häufig; jedoch würde auch ihre Beschreibung die Gränzen dieses Werks überschreiten. Wir müssen uns daher damit begnügen, unsere Leser auf eine Abhandlung des Herrn **Piot** über die Steinkohlenbergwerke in der Umgegend von Newcastle, im 1. Bde. von der 4. Reihe der *Annales des Mines* (auch berg- und hüttenmännische Zeitung 1843, S. 470 etc.), zu verweisen, indem dort mehrere derselben beschrieben worden sind.

Elftes Kapitel.

Von der Wasserhaltung.

Wasserlosungs-Stollen. Die Wasserlosung der Bergwerke wird entweder durch Stollen, die in benachbarte Thäler zu Tage ausgehen, oder durch Hülfe von Maschinen bestimmt. In letzterem Falle giebt die Ausförderung dieser Wasser, so gering sie auch seyn mag, Veranlassung zu einer bedeutenden täglichen Ausgabe, ausser den ersten Anlagekosten für die Maschine. Dennoch sind die Grubenbaue einem Ersäufen durch den Zuguss ungewöhnlicher Wassermengen, oder durch den Bruch einer Wasserhaltungsmaschine, unterworfen. Man muss demnach jedesmal dann Stollen treiben, wenn deren Anlage zur Beziehung der Wichtigkeit der Grube nicht gar zu kostbar ist. Der grösste Theil von den Wassern, welche den Tiefbauen der Grube zufallen, gelangen fast immer durch die Klüfte in der Nähe des Ausgehenden der in Abbau stehenden Lagerstätten, oder durch die Abbaue in den obern Teufen derselben dahin. Gut angelegte und gut unterhaltene Stollen nehmen diese Wasser auf und führen sie zu Tage, ohne dass sie tieferen Sohlen zuzufallen vermögen. Auch kann man, wenn diese Stollen eine grosse Teufe unter Tage einbringen, auf dieselben, mittelst besonderer Schächte, die Wasser der Quellen und Bäche über Tage fallen lassen und, mittelst geeigneter Maschinen, Wasserwaagen, Wasserräder und Wassersäulenmaschinen, die Triebkraft dieser Gefälle zur Förderung, sowie auch zur Wasserhaltung aus den untersten Sohlen benutzen. So beschränkt sich also der Nutzen der Wasserlosungsstollen nicht allein darauf, dass alle Wasserhaltungskosten für die über der Stollensohle liegenden Baue vermieden werden, sondern sie dehnt sich auch auf den Betrieb der Tiefbaue aus, indem dadurch die Höhe vermieden wird, zu welcher die Gewässer durch die Maschinen gehoben werden, sowie auch durch eine bedeutende Verminderung des zu hebenden Volums.

Die Wichtigkeit der Wasserlosungsstollen rechtfertigt demnach die bedeutenden Kosten, zu welchen mehrere berühmte Baue dieser Art Veranlassung gegeben haben, sowie auch die Sorgfalt, mit welcher die Staatsbehörden ihre Erhaltung überwachen, besonders in solchen Ländern, wo sie einen mehr oder weniger bedeutenden Einfluss auf den Bergbau ausüben. Wenn die Gegenden, die man Bergwerksbezirke nennen kann, weil in denselben mehrere Lagerstätten nahe beieinander, entweder unter gleichem, oder unter verschiedenem Streichen und Fallen, vorkommen, wenn solche Gegenden gebirgig und mit Thälern durchschnitten sind, so ist es zweckmässig, dort allgemeine Wasser-

losungsstollen von grosser Ausdehnung zu betreiben, welche mehrere Gruben zugleich lösen, und durch welche auch neue Lagerstätten ausgerichtet werden können, indem man noch unbekannte Theile des Gebirges, in welchem die Lagerstätten aufsetzen, durchfährt. Man findet diess am Harze, im Erzgebirge, im Mannsfeldischen, in Oberschlesien, in Cornwallis, wo überall entweder schon bedeutende Stollen vorhanden, oder noch im Betriebe begriffen sind.

Auch mehrere Steinkohlenbecken, die in Gebirgsgegenden vorkommen, werden durch grosse Stollen gelös't; dahin gehört Ober- und Niederschlesien, einige Grubenzüge im Saarbrückenschen etc. Jedoch giebt der wohlfeile Preis, zu welchem man bei Steinkohlengruben mittelst der Dampferzeugung Triebkräfte zur Wasserhaltung erlangen kann, die Veranlassung, dass man bei dem Abbaue der Steinkohlenflötze selten zum Betriebe bedeutender Stollen greift. Dennoch ist es sehr wahr, dass selbst dort diese Stollen grosse Vortheile für die Wetterführung, die Förderung, die Regelmässigkeit der Baue, die Untersuchung und Ausrichtung der noch unbekannten Theile des Gebirges gewähren, und dass sie wirklich oft weit haushälterischer, als die Anwendung von Maschinen, seyn würden. Unglücklicher Weise stellt die Vertheilung eines Steinkohlenbeckens unter verschiedene Eigenthümer dem Betriebe allgemein nützlicher Baue Schwierigkeiten entgegen, die der gute Wille und die Einsicht der landesherrlichen Bergwerksbehörden nicht immer zu überwinden vermag.

Anlage der Wasserlosungsstollen. Der Entwurf zu einem Wasserlosungsstollen für eine oder für mehrere Gruben muss von der doppelten Absicht ausgehen, die schon vorhandenen, im Betriebe stehenden oder zu Sumpfe gegangenen Gruben in einer möglichst bedeutenden Teufe zu lösen, wobei natürlich die Kosten, sowie die Ausdehnung und der Reichthum der Lagerstätten besonders berücksichtigt werden müssen, um soviel, als möglich, die unbekannten Theile des Gebirges zu durchfahren und zu untersuchen. Gewöhnlich besteht ein Stollen aus Theilen, welche querschlägig durch das Gebirgsgestein und saiger auf dem Streichen der Lagerstätten getrieben worden, und aus Flügeln, die streichend auf der Lagerstätte aufgefahren sind. Man sucht übrigens die Betriebskosten dadurch zu vermindern, dass man die querschlägigen Theile des Stollens da betreibt, wo das Gestein am Mindesten hart ist, z. B., auf den tauben Kreuzgängen, wenn solche vorhanden sind, und welche die in Abbau stehenden Lagerstätten unter einem Winkel durchsetzen, der dem rechten nahe steht. Alles hängt in dieser Beziehung von der Gestaltung des Landes, von der innern Constitution des Gebirges und von dem Verhalten der Lagerstätten ab. Die Stollenmundlöcher liegen im Allgemeinen auf den Thalsohlen, nicht weit von den dort fliessenden Gewässern; jedoch legt man die Mundlöcher stets etwas höher, als der höchste Stand dieser Gewässer ist, um sich gegen zufällige Ueberschwemmungen zu sichern.

Die Dimensionen des Stollens. Soll er nur zur Wasserlosung dienen, so braucht man ihn selten höher, als 2 Meter, und weiter, als 1,75 bis 2 Meter, zu machen. Seine Steigung muss vorher bestimmt werden, und man muss genau dahin sehen, dass dieselbe streng gehalten werde, ferner, dass die Sohle so gleich und eben, als möglich, geführt und der Wasserabfluss durch die Unebenheiten des Bodens nicht gehindert werde, damit die Sohle nicht von Schlamm, den das Wasser mit sich führt, bedeckt werde, und damit sie in allen Fällen leicht gereinigt werden könne. Die Steigung muss sehr gering seyn, um bei der oft bedeutenden Länge des Stollens von seinem Mundloche bis zu den Grubenbauen die möglichst geringste Teufe zu verlieren. Die Theile eines

Stollens, welche ausserhalb der Lagerstätten liegen, und welche gewöhnlich nicht zur Fahrung dienen, können fast gänzlich söhlig getrieben werden, indem ein hoher Wasserstand in diesen Theilen keine bedeutenden Nachtheile hat und ein langsamerer Abfluss dort nicht schadet. Auf den Theilen in der Lagerstätte, wo eine Fahrung stattfindet, und wo sich auf der Sohle mehr erdige Theile niederschlagen, muss die Steigung 2- bis 3000 Theile betragen. Soll aber auf diesen Theilen der Stollen zugleich Förderung stattfinden, so muss die Steigung die erforderliche zur Erleichterung der Förderung seyn, und darf alsdann nicht unter 5000 Theile betragen.

Betrieb der Wasserlosungstollen. Sehr lange Stollen werden gewöhnlich zu gleicher Zeit an mehreren Puncten in Angriff genommen, sowohl von dem Mundloche aus, als auch von schon vorhandenen oder erst zu diesem Zwecke abzuteufenden Schächten ab. Die Richtung der Stollenlinie wird vorher über Tage durch Absteckpfähle bezeichnet, und ein Nivellement, welches sehr vorsichtig ausgeführt und stets controlirt wird, giebt die genaue Teufe des Stollens unter jedem Puncte an. Von jedem Schachte oder sogenanntem Lichtloch aus kann man zwei Oerter auf der Streichungslinie des Stollens treiben, das eine nach dem Mundloche zu, das sogenannte Gegenort, das andere nach den Bauen zu, das Ort. Die einstweilige Wasserhaltung und Wetterlosung der Oerter vermehrt die Betriebskosten um ein Bedeutendes. Um die Wasserhaltung zu erleichtern, kann man, wenn die Entfernung der beiden Ortsstösse in Beziehung zu der dem Stollen zu ertheilenden Steigung mässig ist, bei dem Betriebe der beiden Oerter, denselben ein geringes Fallen geben, damit die Wasser von selbst von den Oertern dem Schachte zufallen, wo man sie in einem Sumpfe sammelt. Sind alsdann alle Angriffspuncte miteinander durchschlägig, so fährt man die Stollensohle so nach, dass die verschiedenen Steigungen wegfallen. Diese Rectification der Sohle eines mit mehreren Oertern und Gegenörtern betriebenen Stollens muss stets vorgenommen werden, da bei den Nivellirungen geringe Irrthümer unvermeidlich sind, und damit dieselben keinen Nachtheil haben, hält man die Sohle der Oerter und Gegenörter etwas höher, als die des vollendeten Stollens und führt nach allen Durchschlägen die Sohle nach. Man kann aus dem „Mineralreichthum des Herrn von Villefosse" (Bd. 2, S. 164 etc., der deutschen Ausgabe) Details ersehen, welche sich auf den Betrieb des tiefen Georgstollens zu Clausthal am Oberharz beziehen. Dieser Stollen ist mit seinen verschiedenen Flügeln mehrere deutsche Meilen lang und wurde bei seiner ersten Anlage in den Jahren 1780 bis 1799 an 17 verschiedenen Puncten in Angriff genommen.

Vorsichtsmaasregeln, um zu verhindern, dass die Wasser nicht tieferen Bauen zufallen. Wenn die Baue unter der Stollensohle liegen, so muss die letztere wasserdicht seyn, besonders auf allen denjenigen Puncten, wo die auf denselben abgeführten Wasser den Tiefbauen zufallen könnten. Zu dem Ende müssen die als Feldstrecken auf der Lagerstätte selbst getriebenen Theile in dem festen Liegenden stehen, wenigstens ist es zweckmässig, wenn die Wasserseige in dem Liegenden befindlich ist, und nicht auf der Lagerstätte selbst. Noch ein anderer Grund zu einem solchen Verfahren besteht darin, dass die von Tage eingedrungenen Gewässer grösstentheils sich auf dem Liegenden befinden, und daher unmittelbar auf der Stollensohle gesammelt werden können. Ueberall da, wo besondere Umstände es nicht gestatten, sich an die vorhergehende Regel zu halten, und wo die Sohle nicht vollkommen wasserdicht ist, muss man hölzerne oder gusseiserne Gefluder auf dieselbe legen, auf de-

nen alsdann die Stollenwasser weiter geführt werden. Dieselbe Vorsichtsmaassregel muss in der Nähe der Lagerstätten angewendet werden, wo das Gestein zerklüftet ist, indem diese Klüfte mit den Bauen in Zusammenhang stehen können.

Wasserhaltungsmaschinen. Die in den Bergwerken zur Wasserhaltung angewendeten Apparate sind Eimer oder Tonnen, welche durch Haspel oder Göpel in Bewegung gesetzt werden, selten nur Paternosterwerke, am häufigsten aber Pumpen von sehr verschiedenartiger Einrichtung.

Wassereimer oder Tonnen. Wenn bei'm Schachtabteufen die Wasser noch nicht sehr häufig sind, so fördert man sie in denselben Tonnen, wie die Berge, mittelst Haspeln oder Göpeln aus, mögen dieselben nun durch Pferde, durch Wasser oder durch Dampf in Bewegung gesetzt werden. Am Häufigsten werden diese Tonnen auf die gewöhnliche Weise ausgestürzt, und ohne sie von den Förderseilen abzuschlagen. Vor der Hängebank des Schachtes richtet man eine Art Trog oder einen Kasten von Holz vor (siehe Fig. 3, Taf. 46), deren Boden nach Vorn zu geneigt ist; nach der Seite des Schachtes zu ist dieser Kasten durch ein in die Quere laufendes Stück Holz geschlossen, welches einen Rand bildet. Am untersten Ende der geneigten Ebene und in einem Winkel des Kastens ist ein Loch befindlich, durch welches die Wasser mittelst eines kurzen Canals so weit abgeführt werden, dass sie durch Infiltration nicht wieder in den Schacht zurückfallen können. Die zu gleicher Zeit mit dem Wasser ausgeförderten Berge werden auf den Boden des Kastens ausgestürzt und dann entweder mit der Schaufel weggenommen und in der Nähe aufgeworfen, oder, wenn es erforderlich ist, in Karren geladen und weiterhin über die Halde gestürzt.

Wenn man grosse Tonnen anwendet, welche von Göpeln ausgefördert werden, so entleert man sie häufig, sowie wir schon weiter oben im vorigen Capitel bemerkt haben, dass man sie auf einen über die Schachtöffnung gelegten Balken zurückgehen lässt und sie alsdann durch einen zweiten beweglichen Balken umstösst. Der Stoss der auf den Balken zurückfallenden Tonne kann den Bruch desselben veranlassen, und man muss es vermeiden, dass keine Gesteinstücke in den Schacht fallen, wo sie die dort mit Abteufen beschäftigten Arbeiter tödten oder verwunden könnten. Aus diesem Grunde hängt man, wenn man diese Art des Stürzens anwendet, den Balken mittelst seiner beiden Enden durch Seile an das Seilscheibengerüst, deren Länge bloss hinreicht, damit die Bewegung möglich sey, und an welchem die Bruchstücke des Balkens im Falle eines Bruches hängen bleiben. Ohnerachtet dieser Vorsicht kommt es sehr häufig vor, dass die mit dem Absinken beschäftigten Arbeiter durch ein Gesteinstück, oder durch ein Holzbruchstück, welche in den Schacht zurückfallen, verwundet werden, und es würde daher zweckmässig seyn, statt der Balken einen Kasten mit Rädern, der sehr fest ist und sich auf eisernen Schienen bewegt, zu nehmen. Wenn nun die Tonne über der Schachtöffnung ankommt, so schiebt man ihn über den Schacht und lässt die Tonne auf diesen Kasten zurückgehen, in welchen man sie auf die oben beschriebene Weise ausstürzt. Jedoch braucht der Kasten nicht die ganze Schachtöffnung zu bedecken. Es ist aber durchaus nothwendig, die Tonne umzustürzen, und man kann sie nicht durch ein Ventil am Boden entleeren, wenn man zu gleicher Zeit Wasser und festes Gestein ausfördert.

Die Eimer oder Tonnen werden auch dann noch häufig zur Wasserhaltung angewendet, wenn eine Grube in regelmässigem Betriebe ist, sobald die Grundwasser gering sind und während eines Tages leicht in einem Sumpf oder Behälter von gerin-

gen Dimensionen aufgenommen werden können. Nach Vollendung der Tagesschicht wird alsdann die Maschine zur Wasserförderung angewendet, indem man alsdann nur die Fördertonnen durch Wassertonnen ersetzt. In diesem Falle ist es sehr zweckmässig, feste Tonnen mit einem Ventil am Boden zu haben, welche sich rasch in dem Sumpfe füllen, und sich, ohne umgestürzt zu werden, in einen mit Rädern versehenen Trog entleeren, den man über den Schacht schiebt, sobald die Tonne über die Oeffnung hinausgefördert ist. Hölzerne Tonnen, und ohne Ventil am Boden, schwimmen erst, ehe sie sich füllen; während dieser Zeit fährt man fort, das Seil nachzulassen, welches man darauf wieder aufziehen muss. Die Umstürzung der zu Tage angelangten Tonnen hat den doppelten Nachtheil, eine schwierige Arbeit zu veranlassen und die Tonnen rasch zu zerstören.

Wenn die Wasserhaltung durch Tonnen fast ununterbrochen und mittelst eines Schachtes erfolgt, der nicht zu gleicher Zeit zur Erzförderung dient, so kann man das Entleeren durch eine sehr einfache Vorrichtung bewirken, die in Fig. 1, Taf. 53, dargestellt worden ist. Sie besteht darin, das Seil an einem eisernen Bügel aufzuhängen, der mit der Tonne durch Zapfen an dem äussern Umfange verbunden ist; diese Zapfen sind an den beiden Enden eines Durchmessers in geringer Höhe über dem Schwerpuncte der mit Wasser angefüllten Tonne angebracht und drehen sich frei in den Augen des Bügels. Wenn nun die Oeffnung einer mit Wasser angefüllten Tonne einige Zoll über der Hängebank und über dem Rande des vor derselben zur Aufnahme des Wassers vorgerichteten Kastens angelangt ist, so wird die Tonne von dem gekrümmten Ende einer hakenförmigen Eisenstange gefasst, dessen anderes Ende auf dem Boden des Kastens durch ein Querstück festgehalten wird, welches sich in Krampen, die in diesen Boden eingetrieben sind, bewegen kann. Der Haken kann sich auf diese Weise, indem sich sein eines Ende dreht, mit dem gekrümmten emporheben. Wird nun die Tonne weiter emporgehoben, so giesst sich dieselbe über den Rand des Troges aus, und wenn sie entleert ist, so braucht man nur die Tonne wieder niedergehen zu lassen. Die beschriebene Vorrichtung wird häufig bei der Wasserhaltung mittelst Haspeln und Kübeln von mässiger Grösse angewendet.

Die Figg. 2 u. 3, Taf. 53, stellen eine Vorrichtung dar, welche zur Wasserhaltung mittelst Tonnen in donlägigen Schächten angewendet wird. Statt der Tonnen wendet man prismatische hölzerne oder blecherne Kästen *a* an, die mit Rädern versehen sind, welche auf Gestängen auf dem Liegenden des Schachtes laufen. Diese Kästen hängen an den Seilen mittelst des Bügels *b*, der zwei Zapfen umfasst, die an seinen Seiten fast in der Höhe des Schwerpunctes von dem gefüllten Kasten angebracht sind. An dem obern Theile des Schachtes angelangt, treten die Vorderräder gegen die Enden *c,c* der Schienen, welche nach Innen zu kreisförmig umgebogen sind, so dass sie diese Räder umfassen. Der Haspel, welcher sich in derselben Richtung zu drehen fortfährt, hebt den Kasten, welcher sich um die Vorderachse dreht, und sein Inhalt wird in den vor der Hängebank angebrachten Kasten ausgegossen. Der Kasten wird bei seiner drehenden Bewegung durch zwei seitwärts angebrachte und auf dem Liegenden des Schachtes befestigte Stücke Eisen oder Gusseisen *d, d* geleitet. Sie sind nach einem Kreisbogen gekrümmt, dessen Mittelpunct die Vorderachse ist, sobald die Vorderräder in die gekrümmten Theile der Schienen *c, c* eingetreten sind. Zwei Rollen *r, r*, welche an den Seitenwänden des Kastens befestigt worden sind, treten gegen die Stücke *d, d,* während zu gleicher Zeit die Vorderräder gegen die

Schienenenden *c,c* treten. Die Rollen *r,r* drehen sich um die Leitstangen *d,d* während der Drehung des Kastens, und diese Drehung wird durch die gekrümmte Form der Leitstange begränzt, indem sich diese Rollen nicht viel über die Stellung erheben können, in welcher der Boden des Kastens *a* horizontal ist. Es können diese Kästen am Boden mit Ventilen versehen seyn, um ihre Füllung im Schachttiefsten zu erleichtern.

Eine ununterbrochene Wasserhaltung mit Kübeln oder Tonnen wird übrigens durch die schnelle Abnutzung der Seile in der fortwährenden Feuchtigkeit sehr kostbar, so dass es weit haushälterischer ist, Pumpen anzuwenden.

Paternosterwerke oder Kastenkünste. Diese Maschinen werden zuweilen in den Bergwerken zur temporären Wasserhaltung aus geringen Teufen angewendet. Es sind diese Maschinen nicht von denen verschieden, welche allgemein bekannt sind und zuweilen anderweitig angewendet werden, wesshalb wir uns nicht bei ihrer Beschreibung aufhalten. Wir bemerken nur, dass die Anwendung eines Paternosterwerks oder einer Kastenkunst, d. h., einer Kette ohne Ende, an welcher in gleichen Abständen voneinander Kübel angebracht sind, und die an ihrem obern Ende über die Enden von Armen oder ebenen Scheidern geht, die an einer horizontalen Welle angebracht worden sind, sehr vortheilhaft bei dem Abteufen wenig tiefer Schächte in mildem, sandigem oder thonigem Gebirge angewendet werden könnten. Die bei einem solchen Abteufen vorkommenden Wasser enthalten Sand und andere feste Körper, welche sehr bald die Liderung der Pumpenkolben zerstören und das Spiel der Ventile verhindern. Die Maschine müsste aber alsdann eine solche Einrichtung haben, dass die Wasser bei zunehmenden Teufen geschöpft werden könnten, indem sie dieselben stets fast in der Höhe der Schachtöffnung ausgiesst. Man würde dieser Bedingung genügen, indem man die Kette, welche die Kästen oder Kübel trägt, mit der weitern Abteufung verlängerte, welches erforderte, dass die Glieder der Kette durch Schraubenbolzen oder durch Bolzen mit Schliesskeilen, welche leicht entfernt werden können, verbunden würden. Bei etwas grössern Teufen, von etwa 10 Metern und darüber, können wir nicht zu der Benutzung dieser Maschine rathen, indem alsdann durch die leichtere Möglichkeit von Kettenbrüchen die Arbeiter einer steten Gefahr ausgesetzt seyn würden.

Die Pumpen sind derjenige Apparat, welcher am Häufigsten zu der Wasserhaltung angewendet wird, und sie haben sehr verschiedenartige Formen und Einrichtungen.

Hölzerne Pumpen von geringen Dimensionen. Bei einer temporären Wasserhaltung aus geringen Teufen bedient man sich häufig hölzerner Pumpen von einer sehr einfachen Einrichtung, welche auf der Grube selbst von den Zimmerlingen angefertigt und auch von denselben unterhalten werden.

Die Fig. 4, Taf. 53, stellt eine Pumpe dieser Art dar. Sie besteht aus einem ausgebohrten Baumstamme, dessen Durchmesser im obern Theile *m n* bedeutender ist, als im untern *n o,* so dass bei *n n'* ein ringförmiger Sitz vorhanden ist, auf welchem das Ventil *S,* das sogenannte Saugventil, auch das untere feste oder ruhende Ventil genannt, liegt. Ein mit einer Klappe *c* versehener hohler Kolben bewegt sich in dem untern Theile der weitern Röhre unmittelbar über dem Ventile *S.* Der engere untere Theil dient als Saugröhre. Diese Saugröhre steht mit ihrem untern Ende in dem zu hebenden Wasser; man ertheilt dem Kolben *P,* dessen Stange *T* sich über der obern Oeffnung erhebt und mit einem Quergriffe *M* versehen ist, eine abwechselnde geradlinige Bewegung, die bei einer directen Bewegung mit den Armen 30—40 Centimeter oder 12—16 Zoll beträgt. Wenn der Kolben in die Höhe geht, so hebt sich

die Klappe c' des Ventils *S*, und wenn man nun annimmt, dass die Pumpe schon mit Wasser angefüllt sey, so geht das Wasser in dem untern Theile *no* der Pumpe durch das Ventil *S*, um den Raum, den der Kolben unter demselben leer lässt, zu füllen, während das Wasser des Sumpfes, auf welches die Atmosphäre drückt, sich in der Pumpe erhebt und dem folgt und das ersetzt, welches vorher in der Röhre *no* befindlich war. Zu gleicher Zeit wird die Klappe *c* des Kolbens geschlossen, und die Wassersäule wird durch den Kolben gehoben und ausgegossen; wenn der Kolben, nachdem er seinen aufgehenden Lauf vollendet hat, wieder abwärts geht, so schliesst sich die Klappe c' des Ventils *S* wiederum und verhindert die rückgängige Bewegung des Wassers, welches vorher den Raum zwischen diesem Ventil und den Kolben ausgefüllt hat. Die Klappe *c* des Kolbens öffnet sich, das Wasser geht durch diesen Kolben, oder vielmehr der Kolben senkt sich in dem Wasser, und es strömt alsdann durch den obern Theil der Pumpe eine Wassermasse, die gleich dem Volum von demjenigen Theile der Stange *T* von dem Kolben ist, welcher zuvörderst ausserhalb der Pumpe befindlich war, und welcher in dem Maasse untertaucht, als der Kolben niedergeht. Wir setzen voraus, dass unsere Leser die Grundsätze der Physik kennen, welche das Aufsteigen des Wassers in den Pumpen bestimmen, sowie auch die Ursachen, welche dieses Emporsteigen verhindern und das veranlassen können, was man einen Halt nennt, selbst in dem Falle, in welchem sich der Kolben über dem Wasserstand in dem Sumpfe nur um eine Höhe erhebt, welche geringer als die einer Wassersäule ist, welche dem Drucke der Atmosphäre das Gleichgewicht hält. Uebrigens weiss man, dass man bei einem Stillstande der Pumpe nur Wasser in alle ihre Theile zu giessen braucht, um das Spiel wieder von Neuem beginnen zu lassen. Wir gehen daher nun zu der Beschreibung der Theile über, aus denen die sehr einfache Pumpe, welche in Fig. 4, Taf. 53, dargestellt worden ist, besteht. Die Figg. 5 u. 6 stellen nach einem weit grössern Maasstabe den Kolben *P* in senkrechtem Durchschnitte und im Grundrisse dar. Die Fig. 7 ist ein senkrechter Durchschnitt des Ventils *S*, dessen Grundriss Fig. 8 zeigt. Der Körper des Ventils *S* ist ein hölzerner Cylinder, der in der Gestalt eines abgestumpften Kegels ausgehöhlt ist, dessen grosse Basis nach Unten liegt, und der mit einem eisernen Bügel *amb* versehen ist. Die Klappe *c* ist eine Lederscheibe von einem weit grössern Durchmesser der obern Oeffnung $a'b'$ des Ventils; sie hat auf der einen Seite ihrer Peripherie einen Anhang *q*, Fig. 8, mit welchem sie auf dem Rande des hölzernen Kegels aufgenagelt ist. Diese Lederscheibe liegt zwischen zwei hölzernen oder metallenen Scheiben, von denen die obere *e* einen grössern Durchmesser und die untere e' einen kleinern Durchmesser hat, als $a'b'$. Die feste Scheibe *e* hat übrigens einen etwas geringern Durchmesser, als die lederne. Alle drei Scheiben sind durch eiserne Niete, oder durch kleine Schraubenbolzen miteinander verbunden. Die Steifigkeit der Scheibe *e* verhindert das Leder, durch den Druck des obern Wassers in den untern Raum hineingedrängt zu werden. Uebrigens verlängert sich diese Scheibe in einen etwas aufwärtsstehenden Anhang, der sich auf derselben Seite befindet, als der Anhang der Lederscheibe, und welcher die Klappe verhindert, über die senkrechte Stellung hinauszugehen und sich zu überschlagen, wenn das durch die aufsteigende Bewegung des Kolbens hervorgebrachte Ansaugen erfolgt. Der hölzerne Kegel ist von ungeflochtenem Hanf umgeben, der mit einem fetten Körper, zuweilen auch nur mit Thon, überzogen ist. Wenn das Ventil mit seiner Klappe versehen ist, führt man es durch den obern Theil der Pumpe ein und versenkt es mit Hülfe einer eisernen

Stange, indem man, wenn es erforderlich ist, mässige Schläge darauf führt, bis dass es zu seinem ringförmigen Sitze n n', Fig. 4, gelangt ist.

Der Kolben besteht aus Holz und hat dieselbe Gestalt wie das Ventil *S*. Der Bügel, mit welchem die Kolbenstange verbunden ist, besteht zuweilen aus Holz und aus einem Stück, wie der Körper des Kolbens. Die Kolbenklappe besteht, wie die des Ventils, aus Leder. Sie ist mittelst eines Schwanzes auf den Rand ik festgenagelt. Die Liderung des Kolbens, welche den Durchgang des Wassers zwischen ihm und den Röhrenwänden verhindert, ist ein einfacher lederner Kranz $a\,a'$ und $b\,b'$, Fig. 5, welcher mit dem untern Ende auf den untern Rand des hohlen hölzernen Cylinders festgenagelt ist. Wenn sich der Kolben erhebt, so entfernt der Druck des darüber befindlichen Wassers den ledernen Kranz von dem Holze und nimmt die Gestalt an, welche in Fig. 5 dargestellt worden ist, und sein oberer Rand legt sich genau gegen den Pumpenkörper.

Nur etwas geschickte Untersteiger oder Zimmerlinge können solche Kolben und Ventile recht gut anfertigen und repariren. Soll der Kolben reparirt werden, so zieht man ihn durch den obern Theil der Röhre heraus. Auch das Saugventil wird auf diese Weise herausgezogen; man sucht beide auf dem Boden der Röhre mittelst einer hölzernen Stange von zweckmässiger Länge, die unten hakenförmig gebogen ist, mit welcher man den eisernen Bügel des Ventils zu ergreifen sucht.

Wenn die Pumpe auf niedrigen Strecken aufgestellt ist, so besteht die Stange, mittelst welcher das Ventil *S* in die Röhre hineingestossen oder aus derselben herausgezogen wird, aus mehreren vereinigten Stücken. Jede Stange endigt an dem einen Ende in einen geschlossenen Ring, und an dem andern in einen Ring, der etwas offen bleibt, so dass man den Ring von der vorhergehenden Stange leicht damit vereinigen kann. Muss man trübes Wasser auspumpen, in welchem Sand und Gesteinstücke vorhanden sind, so umgiebt man den untern Theil der Saugröhre mit einem Korbe von geflochtenen Ruthen, durch welchen das angesaugte Wasser gehen muss, und welcher das Eindringen fester Körper in der Pumpe verhindert, weil sonst dieselbe bald unbrauchbar seyn würde.

Die hier beschriebenen Pumpen werden besonders in den Grubenbauen selbst angewendet, um geringe Quantitäten von Wasser zu heben, welche sich auf der Sohle von abfallenden Strecken oder von Gesenken ansammeln, und welche sie auf Strecken ausgiessen, auf denen sie einem Sumpfe zugeführt werden, von wo aus sie andere Maschinen aufnehmen. Nie sind sie länger, als 10 Meter; der unter dem Ventil *S* befindliche Theil ist 1,50 bis 2 Meter lang. Sie sind leicht zu transportiren und aufzustellen. In den abfallenden Strecken legt man sie ganz einfach auf die Sohle, woselbst man sie mit Hülfe einiger Querschwellen und einiger eiserner Klammern befestigt. Man bewegt den Kolben entweder unmittelbar, indem man die Stange *T* mittelst des Querstücks *M*, Fig. 4, ergreift, oder mittelst eines geraden oder Winkelhebels mit ungleichen Armen. Der Kolben hat nie über 15 oder 16 Centimeter (6 bis 7 Zoll) Durchmesser; dem Holze des ausgebohrten Baumes muss man eine Stärke von 4 bis 5 Centimetern lassen, welches bei einer 16 Centimeter weiten Pumpe einen 24 bis 26 Centimeter starken Stamm erfordert. Man nimmt dazu gerade Fichtenstämme, die weder Aeste noch Fehler haben.

G r o s s e h ö l z e r n e P u m p e n. N i e d r i g e S ä t z e. Ehedem gebrauchte man viel hölzerne Pumpen selbst zur Wasserhaltung aus grossen Teufen, und es giebt noch

mehrere alte Bergwerke mit Pumpensätzen dieser Art, deren Kolben 20—25 Centimeter Durchmesser haben, und die in tiefen Schächten übereinander stehen. Man nennt sie niedrige Sätze, weil sie im Ganzen nicht mehr als 8 oder 10 Meter Höhe haben, und weil ihr Kolben in dem obern Theile spielt und die Saugröhre 6 bis 7 Meter lang ist. Fast überall hat man sie durch metallene Pumpen von einer weit bessern Wirkung und von einem minder kostbaren Unterhalt ersetzt. Wir beschränken uns daher hier auf die Angabe der Art und Weise ihrer Einrichtung. Die alten hölzernen Pumpen, die sogenannten niedrigen Kunstsätze, bestehen aus einem sehr kurzen, 1 bis $1\frac{1}{2}$ Meter langen Cylinder, der aus einem ausgebohrten Holzstamme besteht, und dessen innerer Durchmesser so weit ist, als es die Aufnahme des Kolbens erfordert, oder auch aus starken Dauben, welche durch eiserne Ringe miteinander vereinigt und im Innern mit Sorgfalt abgerichtet sind. An dem untern Theile des Cylinders ist ein anderer Cylinder angebracht, bestehend aus einem ausgebohrten Baumstamme von einem geringern Durchmesser, der 6, 7 oder höchstens 8 Meter lang ist und als Saugröhre dient. Ein Saugventil von ähnlicher Einrichtung, als das weiter oben beschriebene, ruht auf der obern Oeffnung dieser Röhre, wo es durch die Reibung, oder durch das Gewicht des Stücks erhalten wird, die hinreichend seyn muss, damit es bei'm Ansaugen, wenn der Kolben in dem Pumpenkörper in die Höhe geht, nicht gehoben werde. Ein hohler Kolben mit Ventil von Holz oder von Metall, und mit Lederliderung, bewegt sich in dem obern Cylinder. Das durch die Pumpe gehobene Wasser wird in einen Trog oder Kasten ausgegossen, in welcher die Saugröhre einer obern Pumpe von derselben Einrichtung steht. Die Kolbenstangen der Pumpen, welche auf diese Weise stufenförmig übereinander stehen, sind an Arme gehängt, welche ihrerseits an einer und derselben senkrechten hölzernen Stange, der Schacht- oder Pumpenstange, befestigt sind. Dieselbe reicht durch die ganze Teufe des Schachtes und erhält von der Triebmaschine eine auf- und niedergehende Bewegung, welche sie den Kolbenstangen aller Pumpensätze mittheilt. Diese Pumpen wirken fast sämmtlich als Saugpumpen, denn das Wasser wird in einer sehr geringen Höhe über der obern Gränze des Kolbenlaufs ausgegossen; sie haben sehr bedeutende und zahlreiche Nachtheile.

1) Sie sind Stillständen unterworfen, wenn der Kolben, der an dem unteren Ende seines Laufs angelangt ist, das Saugventil nicht berührt.

2) Die Lederliderung der Kolben muss sehr häufig ausgewechselt werden, und demohnerachtet lässt es sich gar nicht vermeiden, dass sie bedeutende Wassermengen fallen lässt, welches von der ungleichen und unregelmässigen Abnutzung des hölzernen Cylinders abhängt, in welchem sich der Kolben bewegt.

3) Wenn ein Satz in einer höheren Teufe sein Wasser verliert, so werden die darüber stehenden Sätze nicht gespeist, und das Wasser fällt in das Schachttiefste zurück, nachdem es von den unteren Sätzen, die sich in einem guten Zustande befinden, unnütz gehoben worden ist.

4) Die grosse Anzahl der Kolben und der Sätze überhaupt, welche dazu erforderlich sind, um das Wasser aus einer etwas bedeutenden Teufe zu heben, giebt zu fast unaufhörlichen Reparaturen Veranlassung, wodurch ein häufiger Stillstand in der Wasserhaltung hervorgebracht wird. Um nun diesen Aufenthalt möglichst zu verkürzen, muss man sehr viel Wechselstücke vorräthig haben.

5) Wenn die Saugventile Wasser fallen lassen und eine Reparatur bedürfen, so müssen sie aus der obern Oeffnung des Satzes herausgenommen werden und zu dem Ende ist es erforderlich, zuvörderst den Kolben herauszuziehen.

Mehrere dieser Nachtheile hat man verbessert. So hat man das Kolbenrohr, in welchem sich der Kolben bewegt, aus zwei halbcylindrischen Hölzern angefertigt, die im Innern mit Kupferblech ausgefüttert, oder mit einem kupfernen Muff versehen sind. Die beiden halbcylindrischen Stücke sind aufeinander gelegt, indem man mit wasserdichtem Kitt überzogene Leinwand dazwischen gelegt und sie durch eiserne Bänder, die mit Schraubenbolzen versehen sind, aufeinander befestigt hat. Das Kolbenrohr hat man mit dem Saugrohre durch einen hölzernen Muff verbunden, welcher aus Dauben besteht, die mittelst eiserner Bänder miteinander verbunden sind, und dessen innerer Durchmesser den äussern Durchmesser des Pumpenkolbens und der Saugröhre etwas übersteigt. Diese beiden Theile treten in die entgegengesetzten Enden des Muffs, woselbst sie durch eine sehr dichte Verkeilung, durch welche kein Wasser dringen kann, befestigt werden. In der Wand des Muffs, in dem sogenannten Stöckel, hat man eine Oeffnung, das sogenannte Thürel, angebracht, die gross genug ist, um durch dieselbe mit der Hand das Saugventil herauszunehmen, wenn sie Reparaturen bedarf. Wenn die Pumpe in Betriebe ist, so wird das Thürel durch einen hölzernen Spund verschlossen gehalten, den man durch einen eisernen Bügel und eine Druckschraube festhält. Durch diese Einrichtung ist man im Stande gewesen, das Ventil auf der obern Oeffnung der Saugröhre unveränderlich zu befestigen, und es herauszunehmen, wenn es einer Reparatur bedarf, ohne desshalb den Kolben herausziehen zu müssen. Man konnte daher auch über der Kolbenröhre eine mehr oder weniger hohe Säule von Röhren anbringen, in deren Innerem sich die Kolbenstange befindet, und in welche das Wasser gehoben wird, sobald der Kolben aufgeht, um es in einer höhern Sohle auszugiessen. Die Saugpumpen sind auf diese Weise in Druckpumpen verwandelt worden. Zu gleicher Zeit hat man die Länge der Saugröhre vermindert, wodurch weniger Stillstände vorfielen, und man hat die Anzahl der erforderlichen Pumpen vermindert, um das Wasser zu einer bestimmten Höhe zu heben.

Da die hier angedeuteten Verbesserungen sich bei den metallenen Druckpumpen wiederfinden, so beschränken wir uns darauf, diese letztern speciell zu beschreiben, da sie unbestreitbare Vorzüge vor den hölzernen Kunstsätzen haben.

Hölzerne Kunstsätze, die bei'm Abteufen angewendet werden. In einigen besondern Fällen wendet man jedoch auch noch jetzt hölzerne Kunstsätze an, namentlich bei'm Abteufen der Schächte. Da der unterste Kunstsatz stets in dem Maasse versetzt werden muss, in welchem das Abteufen vorschreitet, so ist es von Wichtigkeit, dass die Stücke desselben leicht genug seyen, um gut gehandhabt werden zu können. Dieser Umstand lässt den hölzernen Sätzen den Vorzug. Die Figg. 9 bis 15, Taf. 53, stellen einen Kunstsatz dieser Art vor, den Herr Pernollet in den Bergverken von Huelguat angewendet und in den *Annales des mines* beschrieben hat (siehe auch berg- und hüttenmännische Zeitung, 1845, S. 797 etc.). Die Fig. 9 stellt die Kolbenröhre dar, in welcher sich der Kolben *P* bewegt, das Saugventil, und denjenigen Theil der Saugröhre, welcher an der Kolbenröhre anliegt. Die Figg. 11, 12 u. 13 geben einen senkrechten Durchschnitt und zwei Grundrisse von Oben und von Unten von dem Kolben *P*. Die Figg. 14 und 15 stellen das Saugventil und seine Klappe dar; die Fig. 10 das System, welches an demjenigen Theil der Saugpumpe

angebracht worden, der an der Kolbenröhre, Fig. 9, befestigt ist, und mit dessen Hülfe man die Saugröhre in dem Maasse verlängert, als der Schacht abgeteuft wird.

Die Kolbenröhre, Fig. 9, welche aus zwei hölzernen Halbcylindern besteht, die durch eiserne Ringe miteinander verbunden sind, ist im Innern mit gewalztem Kupferblech ausgefüttert, welches zusammengelöthet ist; *r,r* sind kreisförmige Vertiefungen in dem Holze, die man, ehe das kupferne Futter hineingebracht worden ist, mit Kitt versehen hat, an welchen sich das Kupferblech dicht anlegt. Durch diese Vorsichtsmaassregeln verhindert man das Eindringen von Luft von Oben oder durch die Fugen, in denen die beiden hölzernen Halbcylinder zusammentreten. *BB'* ist die Saugröhre, die in dem untern Theile der Kolbenröhre eingeführt worden ist; die Verbindung beider Röhren ist durch eine sehr dichte Verkeilung in der Holzstärke der Kolbenröhre bewirkt. *p,p* sind die Durchschnitte zweier Keile. Diese Verbindung ist sowohl für Wasser, als Luft vollkommen undurchdringlich. Die Klappe *c* des Saugventils liegt auf einem kurzen broncenen Cylinder *k*, welcher auf dem Rande der Saugröhre befestigt worden ist. Es bleibt auf diese Weise unten in der Kolbenröhre ein ringförmiger Raum, in welchen Sand und andere feste Körper hineinfallen, die das Wasser mit sich führt, und die auf den dünnen Rändern des metallenen Cylinders nicht liegen bleiben können. Die Klappe *c* besteht aus einem doppelten Leder von 12 Millimeter ganzer Stärke, und die zwischen zwei Scheiben von Kupferblech, von ungleichem Durchmesser, mittelst eines Bolzens *d*, welcher durch alle drei Scheiden geht, miteinander verbunden sind. Die obere Kupferscheibe ist mit einem Anhange *q* versehen, durch welche das Umschlagen der Klappe verhindert wird. Der Cylinder *k* ist durch die Ohren *o* auf dem obern Theile der Röhren *BB'* mittelst zweier Bolzen *C,C* befestigt. Die in der Seite in dem Holze vorhandenen Löcher, in denen die unteren Schraubenmuttern befindlich, sind mit Kitt ausgefüllt, nachdem die Muttern fortgeschraubt worden sind. Zwischen dem Fusse des Ventilträgers *k* und dem Holze liegt ein lederner Ring. *X* ist ein hölzerner Spund, welcher das sogenannte Thürel verschliesst, durch welches man zu dem Saugventil gelangen, den dort angehäuften Sand fortschaffen und das Ventil repariren kann. Die Figg. 11, 12 u. 14, stellen den sogenannten Härzer Kolben dar, welcher desshalb so genannt wird, weil man ihn hauptsächlich am Harz, sowie in vielen andern deutschen Bergwerken, besonders früher, anwendete. Es ist ein Klotz von Rothbuchenholz mit 6, nach Unten zu erweiterten Löchern, durch welche das Wasser geht, gelidert mit einem ledernen Stulp oder Cylinder, welcher auf den untern Rand festgenagelt worden ist. Sein Ventil bildet eine Lederscheibe, welche in der Mitte des hölzernen Kolbens durch die eiserne Stange befestigt worden ist, welche sowohl durch das Leder, als auch durch das Holz geht.

Die Saugröhre *BB'* wird auf die in Fig. 10 dargestellte Weise verlängert. Der Theil *E* wird unten an die Röhre *B'*, Fig. 9, angesteckt und durch Letten verdichtet. Der Theil *F* ist über den Theil *E* geschoben, und ein Verschmieren mit Letten *w,w* ist hinreichend, um das Ansaugen von Luft zu vermeiden. Man kann auf diese Weise die Saugröhre um 2,50 Meter verlängern, so dass man den Schacht weiter abteufen kann, ohne die Kolbenröhre in eine andere Stellung bringen zu müssen.

Hohe Kunstsätze. Die zur Wasserhaltung aus grossen Teufen angewendeten Kunstsätze sind von zweierlei Art, nämlich: Drucksätze mit hohlen Kolben,

welche man zuerst angewendet hat, und die noch jetzt in häufigem Gebrauch sind, und Druckpumpen mit massiven Kolben.

Druckpumpen mit hohlen Kolben. Die Theile einer Druckpumpe sind: ein ausgebohrter gusseiserner broncener Cylinder, die Kolbenröhre; eine Saugröhre unter der Kolbenröhre; eine Steigröhre über der Kolbenröhre; ein Ventilkasten; eine kurze Röhre, welche auf der einen Seite durch eine wegnehmbare Thür geschlossen worden ist, und die zwischen der Kolbenröhre und der Saugröhre angebracht wird; ein Saugventil am obersten Ende der Saugröhre; ein hohler Kolben mit Klappen, der mit einer Stange verbunden ist, welche sich in der Achse der Steigeröhre erhebt und über deren Oeffnung hinausgeht.

Die Fig. 16, Taf. 53, stellt diese zusammengesetzten Stücke dar: *AB* ist die Kolbenröhre; *FG* die Steigröhre, die aus mehreren gusseisernen Röhren besteht, welche durch Kränze und Schraubenbolzen miteinander verbunden sind (die Figur stellt nur einen Theil von der untern Röhre dar); *P* der Kolben, dessen Stange *T* sich bis über die Oeffnung der Steigröhre verlängert; *C* der Ventilkasten mit seiner Thür *P'*; *S* das Saugventil; *DE* die Saugröhre, welche unten in einen weitern Theil ausläuft, der mit Löchern versehen ist, durch die das Wasser eindringt.

Die Länge der Kolbenröhre ist etwas bedeutender, als die des Kolbenlaufs. Man bemerkt, dass diese Kolbenröhre an ihren beiden Enden etwas erweitert ist, damit der Kolben, wenn es erforderlich ist, ohne alle Schwierigkeit bis zu dem Ventilkasten niedergehen, oder bis in die Steigröhre in die Höhe gebracht werden kann. Bei seinem Hube geht der Kolben über den cylindrischen Theil der Kolbenröhre nicht weg; allein es ist gut, dass er sich diesen Gränzen nähert, weil sich sonst die Theile, gegen welche er nicht treibt, mit Rost oder mit einem Niederschlage aus den Wassern bedecken würden, so dass es alsdann schwer halten würde, den Kolben in den Ventilkasten zu bringen, oder herauszuziehen.

Der horizontale Querschnitt des Ventilkastens ist weit grösser, als der des Kolbens, und die Thür *P'* muss gross genug seyn, dass man durch dieselbe sowohl den, von seiner Stange befreiten Kolben, als auch das Ventil *S* herausnehmen kann, wenn diese Theile schadhaft sind und ausgewechselt werden müssen.

Das Ventil *S* ruht auf einer kegelförmigen Erweiterung im obern Theile der Saugröhre, oder vielmehr unmittelbar unter dem erweiterten Theile des Ventilkastens, der unten in einen Röhrenhals endigt. Das Ventil ist mit einem Bügel versehen, damit man es, wenn es erforderlich seyn sollte, mittelst einer Stange, die unten mit einem Haken versehen ist, durch den obern Theil der Steigeröhre herausziehen könne. Es muss schwer genug seyn, damit sein eigenes Gewicht es an seinem Platze erhalte, wenn sich der Kolben hebt; oder es muss durch irgend ein Mittel an seinem Sitze befestigt seyn.

Der unterste Theil der Kolbenröhre liegt nur 2 Meter über der Verstärkung der Saugröhre, in welcher die Löcher zum Eindringen des Wassers befindlich sind. Die Saugröhre ist daher sehr kurz, und diess muss auch der Fall seyn, damit die Pumpe, wenn sie zu wirken beginnt, ohne mit Wasser angefüllt zu seyn, nicht Stillständen unterworfen sey, welche wegen der Grösse des Raumes zwischen dem Ventil und dem untern Theile des Kolbenlaufs sehr bedeutend seyn würden. Der mit Löchern versehene Theil der Saugröhre muss übrigens in dem Sumpfe, aus welchem die Wasser gehoben werden, gänzlich unter deren Spiegel stehen, weil sonst die Pumpe

nur Luft ansaugen würde. Der Durchmesser der Saugröhre ist fast gleich dem der Kolben und der Steigröhre.

Der Durchmesser der Steigeröhre muss immer etwas grösser, als der der Kolbenröhre, seyn, wenn man den Kolben durch den obern Theil dieser Röhre herausziehen will. Selbst dann, wenn der Ventilkasten nicht unter Wasser gesetzt werden kann, und wenn der Kolben stets durch die Thür P' herausgenommen werden könnte, so würde es dennoch stets von Nutzen seyn, die Steigröhre weiter, als die Kolbenröhre, zu machen, um den Widerstand zu vermindern, den das Wasser durch die Reibung im Innern dieser Röhre erleidet. Die Steigröhre besteht aus mehreren gusseisernen cylindrischen Röhren, von denen eine jede 2 bis 3 Meter lang ist, und die durch Kränze und Schraubenbolzen miteinander verbunden sind. Zwischen den Kränzen zweier Röhren ist noch ein luft- und wasserdichter Verschluss angebracht. Dieser Verschluss oder wasserdichter Verband besteht hauptsächlich in schmiedeeisernen Kränzen, welche man mit Hanf oder, besser noch, mit einem groben wollenen Stoffe umgiebt, welcher 24 Stunden lang in flüssigem Theer eingeweicht war. Der auf diese Weise umgebene Kranz wird auf den innern Rand von dem Kranze der untern Röhre gelegt und zwischen beiden durch Schraubenbolzen zusammengepresst, welche nach den äusseren Rändern dieser Kränze angebracht sind.

Noch dichtere Verbindungen stellt man dadurch her, wenn man statt des Hanfes oder des wollenen Zeuges, welche mit Oel getränkt worden sind, cylindrische Stangen von Blei und selbst von Kupfer anwendet, die kreuzförmig gebogen sind, und welche sich durch das Anziehen der Schrauben breit drücken. Es müssen aber alsdann die Flächen der Kränze, zwischen welche man die Metallstäbe legt, sehr sorgfältig abgedreht werden, während sie bleiben können, wie sie aus der Form kommen, wenn man eine Zeugliderung anwendet. Diese Verdichtung ist daher billiger, und die Erfahrung hat bewiesen, dass sie bei sorgfältiger Anfertigung hinreichend ist.

Der Kolben der Druckpumpen muss so eingerichtet seyn, dass er das Wasser, welches er bei seinem Aufgange hebt, halten kann, ohne dass es zwischen seinem Umfange und der Wand der ausgebohrten Kolbenröhre entweichen kann; er muss dem Wasser, welches er bei seinem Niedergange durchschneidet, indem dasselbe die Ventile, mit denen er versehen ist, hebt, den grösstmöglichen Durchgang gestatten, um einen unnützen Widerstand für die hervorzubringende Wirkung zu vermeiden. Endlich muss er mit der Kolbenstange leicht und schnell verbunden und von derselben abgenommen werden können, damit die Auswechselung eines abgenutzten Kolbens ohne eine wesentliche Unterbrechung der Wasserhaltung bewirkt werden kann. Die Figg. 17 bis 21 stellen einen Kolben vor, welcher diesen Bedingungen sehr gut entspricht, und der sehr allgemein bei den Drucksätzen der Steinkohlenbergwerke im nördlichen Frankreich angewendet wird.

Der Körper des Kolbens *GFHI*, Fig. 17, 18 u. 19, besteht aus Messing und ist inwendig hohl; äusserlich ist er nach zwei cylindrischen Oberflächen mit verschiedenen Durchmessern abgedreht. Der grösste Durchmesser ist der obere Theil; er ist etwas geringer, als der der Kolbenröhre; der untere, höhere Theil hat einen geringern Durchmesser, nimmt die Lederliderung auf und hält das Wasser, indem er sich genau an die Wände der Kolbenröhre legt. Eine diametrale Querstange, in der Mitte mit einer länglich viereckigen Oeffnung *ab* ist an dem obern Theil angebracht. Die Liderung besteht in einem Ringe oder Stulp von starkem Leder, mm', nn', Fig. 17 u.

18, welcher den untern Theil des vorhergehenden Stückes aufnimmt; dieser Stulp ist am untern Theile seiner Höhe um die Hälfte seiner Dicke vermindert und wird um den Kolben durch einen eisernen Ring *xx'* festgehalten, indem dieser Ring den Platz einnimmt, der durch die Verdünnung des Leders gebildet worden ist. Der obere Rand des ledernen Stulps ist abgeschrägt, wie es die Figuren andeuten. Das doppelte Klappenventil, Fig. 20 u. 21, besteht in einer kreisrunden ledernen Scheibe, die in der Mitte mit einer länglich viereckigen Oeffnung *ab* versehen ist, welche der in der Querstange *GF*, Fig. 17 u. 19, angebrachten, entspricht, und deren Durchmesser dem grossen äussern Durchmesser des Kolbens fast gleich ist. Vier nach Zirkelsegmenten ausgeschnittene Blechstücke, *dd, d'd'*, Fig. 18, 20 u. 21, sind die beiden ersteren auf der obern, und die beiden letzteren auf der untern Fläche der ledernen Scheibe angebracht und mit derselben durch Schraubenbolzen verbunden, welche sowohl durch die beiden Blech-, als auch durch die Lederscheiben gehen. Nachdem die auf diese Weise vorgerichtete Scheibe auf das Stück *IFGH* gelegt worden ist, steckt man durch die Oeffnung derselben und der Querstange *GF* das Ende der eisernen Stange *AB*, Fig. 17 u. 18; diess Ende hat die Form eines Kreuzes, wie man aus Fig. 17 es ersieht, und die horizontale Stange tritt gegen das Leder und drückt sie gegen die obere Querstange *GF* des Kolbenkörpers. Eine bewegliche Querstange *tt*, welche mit einer länglich viereckigen Oeffnung versehen ist, wird über das Ende der Kolbenstange gesteckt und wird durch den Schliesskeil *c* befestigt; sie hält auf diese Weise mittelst ihrer beiden Enden den eisernen Ring *xx* und die Lederliderung fest. Das Ende der Stange *AB*, ist mittelst zweier Zapfen *z, z'* und durch einen Ring *y, y'*, oder durch irgend ein anderes Mittel, mit einer andern eisernen Stange verbunden. Um den Kolben von seiner Stange abzunehmen, ist es hinreichend, den Schliesskeil *c* zu lösen, welcher zu gleicher Zeit dazu dient, die Kolbenliderung festzuhalten, und denselben mit einer Stange *AB* zu verbinden. Die Erfahrung zeigt, dass diese Art der Liderung eine der wirksamsten sey; wirklich kann man auch leicht einsehen, dass bei dem Aufgange des Kolbens das auf denselben drückende Wasser zwischen das Metall und die Liderung tritt und dieselbe gegen die Kolbenröhrenwand drückt, während im Gegentheil bei dem Niedergange des Kolbens die Liderung sich an den Kolben legt und an der Kolbenröhrenwand keinen Druck ausübt, welcher auch ohne Nutzen seyn würde, da es alsdann gar nicht nöthig ist, dass der Kolben den Durchgang des Wassers abschliesst, und da die dadurch veranlasste Reibung nachtheilig seyn würde.

Das in der Fig. 16 dargestellte Saugventil hat eine ähnliche Einrichtung, wie das am Kolben; es ist, wie derselbe, mit ledernen Klappen versehen, die durch Bleche befestigt worden sind. Der Metallring hat keine Liderung an seinem Umfange, sondern es muss derselbe genau in den zu seiner Aufnahme bestimmten Sitz passen, so dass eine wasserdichte Verbindung hervorgebracht wird.

Die Figg. 22 u. 23, Taf. 53, stellen den Aufriss, nach zwei verschiedenen, rechtwinklig zueinander stehenden Ebenen, von dem Ventilkasten einer Druckpumpe dar, so wie er in den Steinkohlenbergwerken des nördlichen Frankreichs gebräuchlich ist. Die Figg. 24 u. 25 sind ein senkrechter und ein horizontaler Durchschnitt, welche das Innere des Ventilkastens und des darin befindlichen Saugventils darstellen.

Man wird bemerken, dass die Thür des Ventilkastens eine sehr dicke und mit Verstärkungsrippen versehene gusseiserne Platte ist; diese sich durchkreuzenden Rippen sieht man auf Fig. 22. Wirklich ist es nothwendig, dass dieses Stück einen gros-

sen Widerstand zu leisten vermag, welcher weit bedeutender, als der ist, um den Druck der Wassersäule in der Steigeröhre auszuhalten, indem es einem abwechselnden Druck von Innen nach Aussen, wenn der Kolben aufgeht und saugt, und von Aussen nach Innen, wenn der Kolben niedergeht, ausgesetzt ist. Diese Veränderungen des Drucks finden fast plötzlich und in den Augenblicken statt, in denen die Bewegung der in der Pumpe enthaltenen Wassersäule aufhört, welches Veranlassung zu wiederholten Stössen giebt, welche die wirksamste Ursache von Zerstörungen bei den Maschinen sind. Die Bolzen, welche die Thür gegen die Ränder festhalten, sind die Enden starker eiserner Bänder, welche den cyindrischen Theil des Ventilkastens umgeben und denselben auch noch verstärken. Da diese Thür sehr schwer ist, so würde es schwer halten, sie mit den Armen hinwegzunehmen; es ist daher ein Ring *a* daran angebracht, durch welchen man sie mittelst eines Hakens von dem Seil oder der Kette eines kleinen Krahns aufhängt, der zu diesem Zwecke häufig in der Nähe des Ventilkastens angebracht worden ist.

Das Saugventil der Figg. 24 u. 25 ist von dem in Fig. 16 dargestellten verschieden. Die Klappen sind metallene Platten *V*, *V'*, welche die Form von Kreissegmenten haben, und die sich um zwei Haspen drehen, welche parallel mit einem Durchmesser des metallenen hohlen Ringes oder Kegels sind, der unten in dem Ventilkasten befestigt ist. Dieser Ring, welcher den festen Theil des Ventils bildet, wird durch die senkrechte Stange *T* in seiner Stellung erhalten, indem dieselbe gegen die Mitte der Querstange *A* tritt. Die Ohren *m*,*n* haben den Zweck, eine zu hohe Hebung und ein Umschlagen der Klappen bei'm Ansaugen zu vermeiden. Die Stange *T* ist mit einem Schraubengewinde und mit einer beweglichen Schraubenmutter *b* versehen; diese trägt eine eiserne Querstange *t t'*, welche gegen die oberen Ränder des Ventilkastens tritt, wenn sie von der Schraubenmutter *b* bis dahin gebracht worden ist. In der Mitte ist sie mit einer Oeffnung versehen, durch welche das Ende der Stange *T* frei geht. Will man das Ventil wegnehmen, so braucht man nur die Schraubenmutter *b* loszuschrauben; die Querstange *t t'* fällt herunter, und man kann alsdann das ganze Ventil aus dem Ventilkasten herausnehmen.

Die Fig. 26 stellt eine andere Form des Saugventils vor, ein sogenanntes Kegel- oder Schalenventil. Der feste Theil des Ventils wird auf seinem Sitze durch einen Kitt festgehalten, den man in den leeren ringförmigen Raum *a*,*b*, *a'b'* bringt, welcher einen schwalbenschwanzförmigen Durchschnitt hat. Die kegelförmige Klappe wird durch eine senkrechte Stange *t* geleitet, welche durch die in der Querstange *BB'* befindliche Oeffnung geht. Ein an dieser Stange befindliches Splith begränzt den Aufgang der Klappe.

Man giebt gewöhnlich der Steigeröhre einer jeden Druckpumpe eine Höhe von 40 bis 50 Meter, und zuweilen beträgt dieselbe 80 bis 100 Meter. Die Kolbenstange, welche sich in der Achse der Steigeröhre bis über ihre Oeffnung hinaus erhebt, besteht aus Holz und aus einem oder aus mehreren Stücken recht geradem Fichtenholz, ohne Aeste oder sonstige Fehler, welches beschlagen ist. Die Verbindung der verschiedenen Stücke geschieht entweder durch Verzahnung oder durch einfache Zusammenlegung auf die halbe Stärke, um welche alsdann eiserne Bänder gelegt worden sind; oder es liegen auf beiden Seiten eiserne Stäbe, welche durch hindurchgehende Schraubenbolzen untereinander und mit dem hölzernen Gestänge befestigt sind. Am untern Ende der hölzernen Stange ist das Ende der eisernen Kolbenstange mit ihr verbunden.

Die beste Verbindungsweise ist die in Fig. 16, Taf. 53, angegebene. Das Ende der äussern Stange ist keilförmig verdünnt und zur Aufnahme von Löchern für die Schraubenbolzen versehen. Das Eisen wird in eine Spalte am Ende des hölzernen Gestänges eingeführt auf dessen beide Flächen man flache Eisenstäbe legt, deren Löcher den in der Kolbenstange enthaltenen entsprechen. Das Ganze wird durch eine Reihe von Schraubenbolzen verbunden, welche durch das Holz, die eisernen Stäbe auf den Seiten und die eiserne Kolbenstange gehen. Das obere Ende der hölzernen Stange ist mit einem ähnlichen Eisenbeschlage versehen, welcher auf dieselbe Weise befestigt worden ist und in einen Ring ausläuft, mittelst dessen sie an einen eisernen Arm gehängt wird, der an dem Schachtgestänge sitzt, welcher den Stangen aller Kunstsätze die auf- und abgehende geradlinige Bewegung ertheilt.

Der Querschnitt der hölzernen Stange einer Druckpumpe hängt zuvörderst von dem Durchmesser der Kolbenröhre und von der Höhe der Wassersäule ab. Wirklich muss diese Stange einen hinreichenden Widerstand gewähren, um das Gewicht der Wassersäule zu tragen, welches bei dem Kolbenaufgange gehoben wird. Man giebt ihr aber gewöhnlich eine weit bedeutendere Stärke, als die, welche dazu erforderlich ist, der obigen Bedingung zu genügen. Wenn sich der Kolben hebt, so ist die nöthige Kraft, um ihm eine gleichförmige Geschwindigkeit zu ertheilen, gleich dem Gewichte des Kolbens mit seiner Stange, und dem Gewichte einer Wassersäule, welche den Querschnitt des Kolbens zur Basis hat, wovon jedoch der Querschnitt der Kolbenstange abgeht, und wozu endlich noch die Einwirkung der passiven Gegenstände gerechnet werden muss. Den Einfluss der kurzen eisernen Stange, welche den Kolben mit der hölzernen verbindet, lassen wir unberücksichtigt. Wenn der Kolben niedergeht, so ist die erforderliche Triebkraft zur Erhaltung der gleichförmigen Bewegung gleich dem Gewichte einer Wassersäule, welche zur Basis den Querschnitt der Stange hat, ferner die Einwirkung der passiven Widerstände, abzüglich des Gewichts von dem Kolben und seiner Stange. Diese letztere Kraft kann, nach den Dimensionen und dem specifischen Gewichte der Stange und des Kolbens, positiv, negativ oder Null seyn. Es scheint demnach, dass man die Dimensionen der Stange so reguliren könne, um der Triebkraft oder dem entwickelten Widerstande bei dem Niedergange des Kolbens einen Werth zu ertheilen, welcher mit der Beschaffenheit des zur Wasserhaltung angewendeten Motoren, sowie mit der Verbindung der übrigen durch dieselbe Triebkraft in Bewegung gesetzten Pumpen, im Verhältnisse steht. Man muss jedoch noch andern Bedingungen genügen, deren Beschaffenheit eine solche ist, dass das Gewicht der hölzernen Stange und des Kolbens stets sehr wenig von dem Gewichte eines ähnlichen Volums Wasser verschieden ist. Ebenso ist es unerlässlich, zwischen der Stange und der Steigeröhre einen ringförmigen Raum zu lassen, der breit genug ist, um es zu vermeiden, dass die Stange gegen die Röhre reibe, und dass das Wasser bei dem Niedergange des Kolbens eine zu grosse aufsteigende Geschwindigkeit annehme, welche zu einer bedeutenden Reibung Veranlassung geben würde. Die unerlässlichen eisernen Beschläge an den beiden Enden und an den Verbindungspuncten der Stange gleichen zum Theil den Ueberfluss der Dichtigkeit des Wassers gegen die des Holzes wieder aus. Wenn übrigens die lange hölzerne Kolbenstange, die ihrer ganzen Länge nach keine Leitung hat, bei ihrem Niedergange einen etwas bedeutenden Widerstand erlitte, so würde sie sich biegen und sich an den Wänden der Steigröhre reiben. Folglich ist es fast immer der Fall, dass das Gewicht des Kolbens und seiner Stange fast gleich dem des

Wasservolums ist, welches sie entfernen; die von dem Niedergange des Kolbens und seiner Stange herorgebrachte Triebkraft wird demnach durch den Widerstand aufgehoben, der von der Hebung des während des Niederganges verdrängten Wassers herrührt, und der ganze Widerstand, der von der Hebung des Wassers herrührt, wird demnach fast gänzlich auf den Aufgang des Kolbens zurückgeführt.

Pumpen mit massivem Kolben. Die Pumpen mit massivem Kolben sind zweierlei Art, nämlich die Pumpen mit Taucherkolben (*plungers*), und die Pumpen mit massivem Kolben, der den ganzen Querschnitt des Kolbenrohrs ausfüllt.

Pumpen mit Taucherkolben. Die Pumpe mit Taucherkolben (*Plunger-pump*), auch wohl Mönchspumpe genannt, die am Häufigsten angewendet wird, ist in Fig. 1, Taf. 54, dargestellt. Sie besteht aus einem Cylinder oder einer Kolbenröhre *AB* aus Gusseisen oder aus Rothguss, in welchen eine massive Walze *P* eindringt, die einen geringern Durchmesser, als die Kolbenröhre, hat. Der Kolben *P*, welcher von der Stange *T* eine abwechselnd geradlinige Bewegung erhält, geht durch eine Stopfbüchse *b b*, welche an dem obern Theile der Kolbenröhre angebracht worden ist. Diese Stopfbüchse besteht, wie es die Figur angiebt, aus zwei gusseisernen Stücken, von denen das eine, welches auf dem Kranz von der Kolbenröhre steht, mit welcher es durch Bolzen befestigt ist, einen nach Innen vortretenden Rand hat, welcher sich dem Kolben sehr nähert, ohne ihn jedoch zu berühren. Auf diesen Rand legt man eine Stopfung von geflochtenem Hanf, welcher mit Oel oder Talg getränkt ist, und der durch den Deckel der Stopfbüchse mittelst der Schraubenbolzen und Muttern, welche durch die Kränze der Büchse und ihres Deckels gehen, gegen den Kolben gedrückt wird. Während der Bewegung des Kolbens wird diese Stopfung durch das Oel befeuchtet, welches man in die Rinne rings um den Kolben giesst, und welches zwischen demselben und dem Deckel hindurchgeht; man erhält zu dem Ende diese Rinne stets mit dem Oel oder mit der Substanz, die man sonst zu der Befeuchtung anwendet, gefüllt.

Der Kolben reibt nur gegen die Stopfung, berührt aber die Wände der Kolbenröhre nicht, indem er deren Durchschnitt nicht gänzlich ausfüllt.

Unter der Kolbenröhre ist ein gusseisernes Stück *CH* angebracht, welches aus einem Stücke gegossen worden ist, und welches die Engländer wegen seiner Gestalt das H-Stück nennen. Dieser Theil des Kunstsatzes verbindet die Kolbenröhre mit der Saugröhre *E*, und mit der Steigeröhre *T'*, deren Achsen auf einer geraden Linie liegen, welche mit der Achse der Kolbenröhre parallel ist.

In dem H-Stück ist ein Ventilkasten *C* angebracht, der durch eine bewegliche Thür *p* verschlossen werden kann. An dem untern Theile dieses Ventilkastens befindet sich das Saugventil *S* und unmittelbar darunter die Saugröhre *E*.

Ueber dem Ventilkasten *C* befindet sich ein anderer Ventilkasten *C'*, welcher durch die Thür *p'* verschlossen worden ist, und der das Steig- oder Druckventil *U* enthält, das dieselbe Einrichtung, wie das Saugventil *S*, hat; über dem Ventilkasten *C'* erhebt sich die Steigröhre.

Wenn der Kolben *P* aus der Kolbenröhre herausgezogen ist, so wird der leere Raum, den er in dem Innern dieses Theiles zurücklässt, durch das Wasser angefüllt, welches durch das Ventil *S* angesaugt worden ist. Wenn der Kolben in die Kolbenröhre tritt, so wird dieses Wasser in die Steigröhre *T'* gedrückt. Die Pumpe hat gewöhnlich eine solche Einrichtung, dass der Taucher *P* bei dem Niedergange in die

Kolbenröhre in dieselbe eintritt, so dass der Widerstand gegen die Bewegung dieses Kolbens, wenn er in die Röhre tritt, gleich dem Gewicht einer Wassersäule ist, welcher zur Basis den Querschnitt des Kolbens und zur Höhe die senkrechte Höhe der Steigröhre nebst dem von der Reibung herrührenden Widerstande haben würde.

Zuweilen ist jedoch das System das umgekehrte. Der Taucher oder Mönch *P* dringt in die Kolbenröhre oder in die Nonne durch ihr unteres Ende ein. Die abwechselnde geradlinige Bewegung wird ihm alsdann mittelst eines Bügels ertheilt, welcher die Kolbenröhre umfasst. Die Stopfbüchse ist alsdann an dem untern Theile und das H-Stück an dem obern Theile der Kolbenröhre angebracht. In dieser Stellung saugt der Kolben das Wasser bei'm Niedergange an und hebt die Wassersäule durch Eintreten in die Kolbenröhre bei seinem Aufgange. In den metallischen Bergwerken in Cornwallis besteht der Mönch *P* aus einem hohlen Cylinder oder Muff von Bronce, der im Innern mit einem Stück Holz ausgefüllt, welches fest in denselben eingekeilt ist; über dem metallenen Muff, der nicht viel länger ist, als der Kolbenlauf und als die Höhe der Stopfbüchse, verlängert sich diese hölzerne Stange. Der metallene Muff ist genau abgedreht; die Verlängerung der hölzernen Stange in demselben ist viereckig behauen, damit sie auf die weiter unten beschriebene Weise mit dem Schachtgestänge, welches die Kolben aller Sätze, die in dem Schacht übereinander angebracht sind, bewegt, verbunden ist. Die Stücke der Stopfbüchse sind abgedreht und ausgebohrt. Bei der Kolbenröhre ist das Ausbohren unnütz; sie besteht stets aus Gusseisen, und oft ist sie im Innern selbst mit Dauben ausgefüttert, sowie diess auch bei allen Röhren der Pumpe der Fall ist, um dieselben gegen die Berührung der ätzenden Gewässer zu bewahren, welche aus der Grube gehoben worden sind.

Die Ventile zeigen nichts Eigenthümliches; sie können auf ihren Sitzen durch ein Stück befestigt werden, welches den in Fig. 16, Taf. 53, ähnlich ist, oder durch jedes andere Mittel.

Vortheile der Pumpen mit massivem Kolben gegen die mit hohlem. Die Druckpumpen mit massivem Kolben sind denen mit hohlem Kolben weit vorzuziehen; der Kolben ist fester, und er wird auch fortwährend durch den fetten Körper angefeuchtet, welches ihn gegen das Zerfressen durch die ätzende Einwirkung der Grubenwässer schützt, und er hat daher nie Reparaturen nöthig, während dagegen die hohlen Kolben häufig ausgewechselt werden müssen. Die Kolbenröhre braucht nicht ausgebohrt zu werden, welches von grosser Wichtigkeit ist, wenn die Grubenwässer fressend sind. Lässt die Stofbüchse Wasser fallen, so ist diess leicht wahrzunehmen und zu verbessern; es ist alsdann hinreichend, die Schraubenbolzen der Stopfbüchse anzuziehen, oder, wenn es erforderlich ist, die abgenutzte Stopfung durch eine neue zu ersetzen, welches jedoch nur selten erforderlich ist. Die Reibung des Wassers in den Steigröhren ist geringer, als wie bei den gewöhnlich eingerichteten hohen Sätzen, weil die Röhre nicht durch die Kolbenstange verengt wird.

Der ganze Widerstand, der von der Hebung des Wassers herrührt, wird auf den Kolben bei seinem niedergehenden Lauf ausgeübt. Wir werden später sehen, dass dieser Umstand eher günstig, als ungünstig, für die Leistung der einfach wirkenden Dampfmaschinen ist, welche gewöhnlich zur Wasserhaltung angewendet werden. Uebrigens kann man, wenn man das System umkehrt, wie wir schon bemerkt haben, die Wassersäule bei dem aufgehenden Laufe des Kolbens heben; man hat in diesem Falle

nur den Nachtheil einer unbequemen Stellung der Stopfbüchse, indem dieselbe eine umgekehrte ist.

Die Luft häuft sich nicht in dem obern Theile der Kolbenröhre an. Man hat den Einwurf gemacht, dass bei den Pumpen mit Taucherkolben, welche dieselbe Einrichtung, wie die beschriebene, haben, die von dem angesaugten Wasser entwickelte, oder von der Pumpe angesogene Luft, wenn die Oeffnungen der Saugröhre zufällig vom Wasser entblösst sind, sich in dem obern Theile der Kolbenröhre, unter der Stopfbüchse, anhäufe, sich darin zusammendrücke und ganz oder zum Theil das Spiel der Pumpe aufhalte, welche alsdann ein weit geringeres Wasservolum liefere, als das eigentlich von dem Kolbenlaufe ausgedrückte seyn müsse. Die Erfahrung beweis't, dass dieser Einwurf nicht gegründet ist, oder dass wenigstens die Wirkungen der aus dem Wasser entwickelten, oder durch die Pumpe angesaugten Luft durchaus nicht die Wichtigkeit habe, die ihr zugeschrieben worden ist. Diess rührt ohne Zweifel daher, dass die Luft, welche sich bei dem Ansaugen aus dem Wasser entwickeln kann, sich wieder auflös't, oder von dem Wasser mit weggeführt wird, wenn dasselbe in das Steigrohr gedrückt wird; oder es rührt daher, dass diese Luft, welche sich in dem obern Theile der Kolbenröhre unter der Stopfbüchse ansammeln würde, zwischen der Stopfung und dem Kolben unter dem starken Drucke entweicht, der bei dem Ausdrücken des Wassers ausgeübt wird, und dass es sich auf diese Weise gar nicht anhäufen kann. Man weiss wirklich, dass es weit leichter ist, Wasser als zusammengepresste Gase eingeschlossen zu erhalten. Es sey dem nun, wie ihm wolle, so ist es gewiss, dass die Leistungen der Mönchspumpen, die fast ausschliesslich in den tiefen Gruben Cornwall's in Gebrauch sind, nicht wesentlich durch die hier auseinandergesetzte Ursache vermindert worden sind.

Die directe Messung des durch das Kunstgezeug auf der Grube Huel Towan gehobenen Wassers, welche von den bekannten englischen Ingenieuren Rennie und Henwood in zweimaliger Wiederholung ausgeführt worden ist, hat ein Wasservolum geliefert, welches gleich 0,924 von dem Volum war, welches der Kolbenlauf ausdrükken muss. Diese zweimal wiederholten Versuche haben stets dasselbe Resultat gegeben. Der Verlust betrug demnach weniger, als 8 Procent, und es ist wenig wahrscheinlich, dass die oben angegebene Ursache einen so merklichen Einfluss darauf gehabt hätte.

Aehnliche Versuche sind in anderen Bergwerken und von anderen Beobachtern angestellt worden, und haben Verluste angegeben, welche nicht grösser sind, als die der bestunterhaltenen, anders eingerichteten Pumpen. Der Einwurf ist daher wenig begründet, und wir sind der Meinung, dass man gar nichts gewinnen würde, wenn man die Kolbenröhre mit der Steigröhre durch den obern Theil in Verbindung setzt, um die Luftansammlungen zu vermeiden, sowie es Einige vorgeschlagen haben. Es würde zu dem Ende hinreichend seyn, das H-Stück an dem obern Theile der Kolbenröhre, unmittelbar unter der Stopfbüchse, ausmünden zu lassen. Man müsste zu gleicher Zeit den Durchmesser der Kolbenröhre vergrössern, damit bei dem Eintritte des Tauchers das ausgedrückte Wasser nicht mit einer schädlichen Geschwindigkeit, welche zu Reibung Veranlassung geben würde, in dem ringförmigen Raume, zwischen dem Umfange des Kolbens und der Wand der Kolbenröhre, circuliren könne. Diese Vergrösserung des Durchmessers könnte, wegen des in den Schächten häufig vorkommenden Mangels an Raum, hin und wieder störend werden.

Pumpen mit massiven Kolben, welche sich in ausgebohrten Cylindern bewegen. Man hat Druckpumpen mit massiven Kolben nach einem von den Taucherkolben verschiedenen Princip construirt; dahin gehören die, welche Herr Junker zur Wasserhaltung für die Gruben zu Huelgoat eingerichtet hat, und welche durch eine Wassersäulenmaschine in Bewegung gesetzt werden.

C, Fig. 2, Taf. 54, ist die Kolbenröhre, welche sehr sorgfältig ausgebohrt, an ihrem obern Ende verschlossen und an ihrem untern Ende offen ist, und in welcher sich der Kolben *P* bewegt.

Die Kolbenstange *X* geht durch eine Stopfbüchse auf dem Deckel der Kolbenröhre; die Stopfung besteht aus in mehreren Platten übereinanderliegenden Lederringen, zwischen denen sich zwei rinnenförmige Lederstücke befinden, die eine entgegengesetzte Richtung zueinander haben, wie es die Fig. 3 nachweis't, welche die Stopfbüchse nach einem weit grössern Maasstabe darstellt. Eine jede von den ausgetieften Scheiben liegt zwischen zwei kupfernen Ringen, deren eine Fläche eben und die andere gekrümmt ist. Die Convexität des einen Ringes tritt in die Concavität des Lederstücks, welches seinerseits in der Vertiefung des zweiten kupfernen Ringes liegt, welcher rinnenförmig ist. Auf diese Weise wird die Form der umgebogenen Lederstücke erhalten; sie sind es besonders, welche gegen die Kolbenstange treten, den Austritt des Wassers, wenn es durch den Kolben ausgedrückt wird, sowie das Eindringen der atmosphärischen Luft bei'm Saugen, verhindern. Das zu dieser Stopfung angewendete Leder erhält seine zweckmässigen Gestalten zwischen Formen, in denen es einem starken Drucke unterworfen wird, nachdem es vorher durch Wasser weich gemacht worden ist. Man tränkt das Leder darauf stark mit Oel, ehe man es in seine Lage bringt, und erhält es während des Betriebs fortwährend mit Schmiere geschmeidig, welches entweder dadurch bewirkt wird, dass man Oel in die rinnenförmige Vertiefung des Deckels von der Stopfbüchse giesst, oder indem man die Kolbenstange mit irgend einem Fett bestreicht. Zu Huelgoat wendet man ein inniges Gemisch von 6 Theilen Schweineschmalz, 5 Theilen Talg und 1 Theil Baumöl oder Klauenfett an, welche zusammen in einem mässigen Feuer zerlassen werden. Dieses Gemisch hat eine honigartige Consistenz.

Lederne Stopfungen, welche mit der angegebenen Sorgfalt und Vorsicht angefertigt werden, sind weit wasserdichter, als hanfene, und verdienen stets dann vorgezogen zu werden, sobald der Wasserdruck bedeutend ist.

Der oberste Theil der Kolbenröhre ist etwas weiter und steht durch die kurze Röhre *T T'* mit dem Ventilkasten *LL'* in Verbindung. Derselbe besteht aus zwei Stücken und enthält die beiden Ventile, nämlich das Saug- und das Steigventil *S*, *S'*. Der Ventilkasten ist unten mit der Saugröhre A, A^1, A^2, und oben mit dem Steigrohr Ω verbunden.

Man sieht, dass bei dem Niedergange des Kolbens das Wasser durch die Saugeröhre und durch das Saugeventil *S* in den Raum einströmt, welchen der Kolben verlassen hat. Dieses Wasser wird durch den Kolben gehoben, wenn derselbe in die Höhe geht, indem es sich durch das Steig- oder Druckventil *S'* in die Steigröhre begiebt.

Da die Kolbenröhre unten ganz offen ist, so werden Wasserverlsute zwischen dem Kolben und der Cylinderwand sogleich wahrgenommen; auch unterhält man den Kolben und die Cylinderwände stets in einem fettigen Zustande, indem man die letz-

tern mit einem fettigen Ballen von Zeug einreibt, welches von unterwärts geschieht, sobald der Kolben in die Höhe geht.

Diese Pumpe hebt das Wasser durch einen einzigen Satz auf eine senkrechte Höhe von 155 Metern, und soll sie später bis zu einer Höhe von 230 Metern heben, welches die ganze Teufe der bereits ausgeführten und noch in Ausführung begriffenen Baue ist. Herr Junker hat wegen der ungewöhnlichen Höhe der zu hebenden Säule eine grosse Sorgfalt auf die Ausführung dieses Pumpensatzes verwendet, eine Sorgfalt, wie sie bei gewöhnlichen Sätzen, die das Wasser nur auf eine seigere Höhe von 60 bis 80 Metern heben, vielleicht überflüssig seyn würde. Dennoch scheinen uns einige von diesen Einrichtungen einer allgemeinen Nachahmung werth; alle verdienen die Aufmerksamkeit des Bergmannes oder des Maschinenbauers, wesshalb wir sie hier beschreiben wollen.

Der Kolben *P* und seine Stange *X* bestehen aus Bronce, sind aus einem Stücke gegossen, abgedreht und polirt. Auf dem Umfang des Kolbens und auf seine obere Fläche ist eine umgebogene Lederscheibe gelegt, deren umgeschlagener Rand sich gegen die Kolbenröhre legt und 0,027 Meter hoch ist. Diese Liderung ist auf den Umfang des Kolbens mittelst des ebenen Randes befestigt, auf welchen ein platter kupferner Ring drückt, der eine gleiche Höhe mit dem umgebogenen Rande hat und auf den Kolbenkörper durch einander nahestehende Schraubenbolzen befestigt ist, welche sowohl durch den Metallring, als auch durch das Leder gehen und in die Dicke des Kolbens eindringen.

Man hatte zuvörderst unter dem Kolben eine ähnliche Liderung von nach Unten umgebogenem Leder gebracht, um das Eindringen der atmosphärischen Luft bei'm Ansaugen zu verhindern. Allein da diese Liderung durch die Einwirkung der ätzenden Wässer sehr bald zerstört wurde, indem sie dem Leder die Biegsamkeit benahm, so ersetzte man sie durch eine unter den Kolben geschraubte Platte, auf welcher eine nach Unten gebogene Lederscheibe angebracht war, und deren Rand durch Leisten und Springfedern gegen die Kolbenröhre gedrückt wird. Die Figg. 4 u. 5, Taf. 54, stellen diesen Theil des Kolbens dar. Man unterscheidet die sectorförmig zerschnittenen Leisten, welche auf den Rand der Platte gelegt und durch senkrechte Nägel geleitet werden, indem dieselben in Einschnitten in der Mitte einer jeden Leiste befindlich sind und eine radiale Richtung haben; ferner die Springfedern, die horizontal und ebenfalls in radialer Richtung auf Bolzen stecken, die im Körper des Kolbens angebracht worden sind; endlich die umgebogene Lederscheibe.

Die Ventile *S* und *S'*, Fig. 2, bestehen ganz aus Metall, haben keine Lederliderung und ruhen auf conischen Rändern, die mit Sorgfalt abgeschliffen worden sind, und haben die Oeffnungen in den Ventilsitzen, die ebenfalls aus Metall bestehen. Ventile und Ventilsitze bestehen aus Bronce, deren Legirung folgende ist:

85 bis 88 Theile Kupfer,
4 - 6 - Zinn,
4 - 6 - Blei und Zink.

Eigentlich sollte sie aus 89 Theilen Kupfer und aus 11 Theilen Zinn bestehen, wobei jedoch 2 Procent Zink oder Blei gestattet werden. Diese Ventile sind vollkommen wasserdicht und schliessen sich genauer und rascher, als die mit einem Ledercharnier. Herr Junker hat nachgewiesen, dass das von der Pumpe gehobene Wasservolum nur um $\frac{1}{30}$ hinter der berechneten Ausgussmenge zurückbliebe. Der obere Ventilsitz

liegt zwischen den beiden Kränzen eines Halses, wie man aus der Figur ersehen kann. Der untere Ventilsitz liegt auf dem Rande am Boden des Ventilkastens und ist darin verkittet; er wird durch 3 Seile zurückgehalten, die in Einschnitten an dem Umfange zurückgehalten sind.

Die durch Thüren verschlossenen Oeffnungen *r* und *r'* gestatten eine Untersuchung der Ventile, sowie auch eine Reinigung derselben, da jede Unreinigkeit ihr Spiel stören muss. Um die Ventile auszuwechseln, muss man den obern Theil des Ventilkastens wegnehmen, welches durch die bewegliche Verbindung *VV'* geschieht, welche an der Basis der Steigröhre befindlich ist.

Einrichtungen zur Erleichterung der Controle über den Zustand der Ventile. Der obere Theil des Ventilkastens tritt in ein viel weiteres Stück am untern Ende der Steigröhre. Um einen luft- und wasserdichten Verschluss zu erlangen, wendet man eine Lederliderung an, welche der des Kolbens ähnlich ist; das umgebogene Lederstück, welches auf den obern Umfang von dem Stücke *L'* gelegt worden ist, wird daselbst durch einen flachen kupfernen Ring erhalten, der durch Schrauben von demselben Metall angezogen wird, dessen ebenfalls kupferne Muttern in die Stärke des Gusseisens eingelassen sind. Die Saugröhre ist unten bei *A* erweitert und durch eine doppelte Klappe mit Charnier verschlossen, welche das in der Saugröhre enthaltene Wasser hält, wenn diess nicht durch den atmosphärischen Druck geschehen kann. Eine seitwärts angebrachte Röhre u^1, u^2, u^3, welche mit Hähnen versehen ist, dient dazu, um eine Verbindung zwischen der Saugröhre und der Kolbenröhre, sowie zwischen der Saug- und Steigröhre, herzustellen.

Diese Einrichtung hat den Zweck, den untern Theil der Pumpe mit Wasser zu füllen, wenn dieselbe eine Zeit lang ausser Betriebe gewesen ist, und ehe man sie wieder in Betrieb setzt, um Stillstände und hauptsächlich um Erschütterungen zu vermeiden, zu denen im Anfange der Bewegung die Luft Veranlassung giebt, welche man durch das Spiel der Pumpe herausschaffen müsste, und welche in dem Ventilkasten, zwischen den beiden Ventilen, zusammengedrückt werden würde. Will man demnach den Kunstsatz wieder in Betrieb setzen, so stellt man eine Verbindung zwischen dem Raume über dem Ventil *S* und der Saugröhre her; diese wird ebenso, wie die Kolbenröhre, mit Wasser angefüllt, welches aus der Steigröhre einströmt. Die in der Saugröhre befindliche Luft geht durch das Ventil *S* und strömt durch die kleine Oeffnung *w* aus, welche in der Dicke der Ventilkastenthür *r* angebracht ist, und die sogleich verschlossen wird, wenn das aus derselben ausströmende Wasser anzeigt, dass die Pumpe und die Saugröhre gänzlich damit angefüllt sind.

W ist ein kleines, seitwärts an der Saugröhre angebrachtes und mit einem Gewichte belastetes Ventil, welches etwa dem Druck einer Atmosphäre das Gleichgewicht hält (1 Kilogr. auf das Quadratcentimeter der Oeffnungsoberfläche). Dieses Ventil zeigt in jedem Augenblicke, ob das Saugventil *S* in gutem Zustande ist; denn wenn es nicht gut schliesst, so würde der Druck des während des Kolbenaufganges ausgedrückten Wassers auf die Wassersäule in der Saugröhre wirken und das Ventil *W* mit Kraft heben, wenn das Klappenventil am Fusse der Saugröhre gehörig schliesst.

Mittelst desselben Ventils *W* kann man sich auch überzeugen, ob das Steigventil *S'* gut schliesst. Man muss zu dem Ende die Pumpe anhalten und das Innere des Ventilkastens zwischen den beiden Ventilen durch die Röhre u^2, u^3 und den Häh-

nen, womit sie versehen ist, in Verbindung mit der Saugröhre setzen. Schliesst nun das Ventil S' schlecht, so wird das Wasser in der Steigröhre auf die Säule in der Saugröhre drücken und das Ventil W heben, vorausgesetzt, dass die untere Klappe s'' gut schliesst, wovon man sich leicht überzeugen kann.

Diese Mittel zur Controle sind vortrefflich und vermeiden weit längere Verfahrungsarten, welche man anwenden müsste, um die Beschaffenheit eines jeden Ventils zu untersuchen, wobei die Thüren r und r' stets weggenommen werden müssten.

Verbindungen mit metallenen Muffen. Um einen luftdichten Verschluss der Fugen an der Steigröhre zu erlangen, hat Herr Junker das folgende Mittel angewendet. An der Verbindung zweier Röhren hat er einen Muff von Kupfer angebracht, Fig. 6, 7 und 8, welcher in der Mitte seiner Höhe mit einem dünnen Rande versehen ist, welcher ohngefähr 2 Centimeter nach Aussen vorspringt, und den man durch Stauchen des Metalles unter dem Hammer erhält. Dieser Muff ist mit einer dünnen Schicht von geöltem Werg umgeben, und in die einspringenden Winkel, welche der äussere Rand bildet, bringt man Wälgern von einem fetten Kitt, der aus pulverisirtem Kalk, aus mit Bleiglätte gekochtem Firniss und aus Hanf besteht, der zu Stückchen von 3—4 Centimetern zerhackt worden ist. Diese Substanzen werden durch ein wiederholtes Schlagen genau miteinander vermengt, und der dadurch entstehende Kitt muss so fest seyn, dass er nur mit Mühe zwischen den Fingern zusammengedrückt werden kann. Soll der Kitt noch rascher erhärten, so setzt man etwas Mennige hinzu. Die an den Rändern des Muffs angedrückten Kittwälgern werden noch mit einer zweiten Schicht von geöltem Werg umgeben. Der auf diese Weise geliderte Muff wird in die beiden Enden der zu vereinigenden Röhren gesteckt, so dass der nach Aussen vorspringende Rand auf dem Umfange des flachen Kranzes von der untern Röhre ruht. Die Kränze werden darauf durch 8 Schraubenbolzen, Fig. 6., sehr dicht angezogen, bis dass jedes weitere Zusammenschrauben unmöglich wird. Die Kränze der Röhren muss man vorher gehörig reinigen, sie mit pulverisirtem Kalkpulver abtrocknen und mit Oel bestreichen, damit der Kitt daran hängen bleibe. Diese Verbindungen sind leicht herzustellen und widerstehen dem bedeutenden Drucke, selbst wenn der Kitt ganz frisch ist; sie werden mit der Zeit immer dichter. Wegen der kupfernen Muffe sind sie jedoch theuer. Die Dichtigkeit der Verbindung hängt sehr wahrscheinlich hauptsächlich von der Beschaffenheit des angewendeten Kittes ab, der jedoch in vielen Bergwerken noch nicht bekannt zu seyn scheint. Gewiss würde man auch die Fugen sehr gut dadurch verdichten können, wenn man zwischen die beiden Kränze, nachdem sie vorher gereinigt, mit Aetzkalk abgetrocknet und geölt sind, weiche Hanfgeflechte legt, die mit trocknendem Firniss getränkt sind, und über und unter welche man eine Schicht von dem Kitt legt, den wir soeben beschrieben haben.

Taucherpumpen zu Huelgoat. Die Fig. 9 stellt eine Druckpumpe mit Taucherkolben vor, welche von Herrn Junker in der Grube zu Huelgoat errichtet worden ist. Die Steigröhre dieses Satzes besteht aus Holz. Der Taucher ist ein hohler metallener Cylinder, welcher an beiden Enden mit Deckeln verschlossen ist, die mit einer eisernen Stange verbunden sind, die durch die Achse des Kolbens geht und unter dem Boden mit einer Schraubenmutter versehen ist; im Innern des Tauchers sind metallene Scheiben über die Kolbenstange geschoben, welche einen Theil desselben ausfüllen, um sein Gewicht zu vermehren. Die Einrichtung des Ventilkastens ist dieselbe, wie die des vorhin beschriebenen Hubsatzes; allein sie ist mit dem untern Theile der Kolbenröhre in Verbindung gesetzt,

wie diess bei den englischen Taucherpumpen der Fall ist. Das Eigenthümliche an den vorliegenden Kunstsätzen besteht darin, dass die Taucherkolben der verschiedenen Sätze in der ganzen Teufe des Schachtes untereinander angebracht sind, und dass ihre Achse in der Verlängerung derjenigen der Schachtstange liege, welche sie vereinigt und allen die abwechselnde geradlinige Bewegung mittheilt; besonders eigenthümlich ist aber auch die Einrichtung des Saug- und des Druckventils. Damit die Achsen der Kolben in der Verlängerung der Achse von dem Schachtgestänge liegen können, musste man dasselbe bei jedem Kolbenrohr unterbrechen, und die weggelassenen Theile des Gestänges durch eiserne Bügel ersetzen, welche die Kolbenröhre umfassen, wie die Figg. 10 u. 11 zeigen.

Kolbenventile zu Huelgoat. Was nun die Ventile betrifft, welche Herr Junker Kolbenventile nennt, so bestehen sie aus einem metallenen Ventilsitz, der am Boden des Ventilkastens oder zwischen zwei Kränzen angebracht ist; er hat eine cylindrische Oeffnung, die im Innern ausgebohrt und ausgeschmirgelt und nach Oben etwas erweitert ist. Ein unten an dem Ventilsitz angegossener Bügel dient zur Leitung des Ventils. Dieses besteht aus einer flachen Metallscheibe, mit einer daran gegossenen Stange, welche sich nach Oben und nach Unten verlängert. Das Ventil ist so auf der Drehbank abgedreht, dass es die Oeffnung des Ventilsitzes fast genau ausfüllt; auch die Leitstange ist abgedreht. In der Nähe des Körpers von dem Ventil lässt man sie stärker, wie Fig. 12 zeigt. Dadurch wird der Lauf des Ventils in den beiden Richtungen beschränkt, weil die beiden äussersten Theile der Stange allein nur in die Oeffnungen der Bügel, welche auf den beiden Flächen des Ventilsitzes befestigt sind, eintreten können. Dieses Ventil ist mit einem Stulp von umgebogenem und abgeschrägtem Leder versehen, der auf seinem Umfange angebracht worden ist und durch flache Metallringe, sowie durch Schraubenbolzen, festgehalten wird. Diese Lederliderung macht einen luft- und wasserdichten Verschluss, indem sie sich durch den Druck des obern Wassers an die innere Wand der cylindrischen Oeffnung des Ventilsitzes legt. Zu dem Ende muss der metallene Theil des Ventils vollständig in die vorhergehende Oeffnung eintreten, und das Ventil muss, wenn es die Oeffnung verschliesst, durch den stärkern Theil seiner Stange, auf dem Rande der Oeffnung in dem untern Leiter aufstehen. In Fig. 9 ist das Ventil S' geschlossen, das Ventil S dagegen geöffnet. Die Figg. 12, 13 u. 14 sind ein senkrechter Durchschnitt, ein Aufriss und ein Grundriss des Ventils, nach einem grössern Maassstabe.

Diese Kolbenventile sind nach der Angabe des Herrn Junker allen anderen vorzuziehen, welche er durch seine lange Praxis kennen gelernt hat. Sind sie sorgfältig angefertigt, so halten sie das Wasser vollkommen dicht und nutzen sich erst nach einem sehr langen Zeitraume ab.

Ventile mit doppeltem Sitz, wodurch Stösse und Erschütterungen vermieden werden. Der Schluss der Pumpenventile ist oft von einem ausserordentlich starken Stosse begleitet, welcher die ganze Pumpe und ihre Unterlagen erschüttert und auf die Maschine einen zerstörenden Einfluss ausübt. Dieser Stoss ist um so stärker, je grösser die Ventile sind, und je höher die auf ihnen lastende Wassersäule. Wenn ein hinreichend langer Aufenthalt am Ende eines jeden aufsteigenden und niedergehenden Kolbenlaufs stattfände, so wird man einsehen, dass das Saug- und das Druckventil, in Folge des Ueberschusses ihres Gewichtes über den einer gleichen Wassermenge, auf ihren Sitz zurückfallen würden, und dass folglich die erlangte

Geschwindigkeit am Ende ihres Falles unbeträchtlich und der Stoss gering seyn würde. Wenn aber ein Kolbenlauf, in umgekehrter Richtung von der beendigten, anfängt, ehe das Ventil Zeit gehabt hat, auf seinen Sitz zurückzufallen und sich zu schliessen, so würde eine rückgängige Bewegung der von dem Kolben angesaugten und ausgedrückten Wassersäule stattfinden, welche Bewegung durch den Schluss des Ventils plötzlich aufgehalten werden würde. Daher der sehr starke Stoss, den man bei fast allen Pumpen wahrnimmt. Um diesen in vielen Fällen sehr bedeutenden Nachtheil zu vermeiden, müssen die Ventile schwer seyn, sie müssen dem Wasser einen grossen Durchgang öffnen, ohne sich weit von ihrem Sitze zu entfernen, und sie müssen endlich eine solche Form haben, dass der Widerstand des Wassers, in welches sie fallen, ihren Fall so wenig als möglich aufhält. Die Figg. 1—11, Taf. 55, stellen ein Ventil nach der Einrichtung der Herren Harvey und West, Maschinenbauer zu Hayle in Cornwall, dar, welche uns allen soeben ausgesprochenen Bedingungen zu entsprechen scheint. Sie ist demjenigen nachgebildet, welche Hornblower erfand, und die seit langer Zeit bei den Cornwalliser Dampfmaschinen zur Wassergewältigung angewendet worden sind. Um sie auf die Pumpen anzuwenden, brauchte man sie nur etwas zu verändern, damit sie sich durch das Spiel des Kolbens und ihr eignes Gewicht von selbst öffnen und verschliessen. Die englischen Mechaniker nennen diese Ventile: *Double Beatvalves*, Ventile mit doppeltem Schlag; ich nenne sie *Soupapes à double siège*, d. h., Ventile mit doppeltem Sitz.

Die Fig. 1 ist ein Aufriss des Ventils und seines Sitzes, wenn das Ventil geschlossen ist. Die Fig. 2 ist ein horizontaler Aufriss des von Oben gesehenen Ventils. Die Fig. 3 ist ein senkrechter Durchschnitt nach der Achse des geschlossenen Ventils. Die Fig. 4 ein senkrechter Durchschnitt des offenen Ventils. Die Figg. 5, 6 u. 7 sind ein Aufriss, ein Grundriss und ein senkrechter Durchschnitt des Sitzes; die Fig. 8 ein horizontaler Durchschnitt der Scheider, welche nach der Achse des Sitzes laufen, nach der Linie *a b* der Fig. 7, sowie der Grundriss der untern ringförmigen Berührungsoberfläche, auf welche der bewegliche Theil passt. Die Figg. 9, 10 u. 11 sind ein Aufriss, ein Grundriss und ein senkrechter Durchschnitt des von seinem Sitze getrennten Ventils. Gleiche Buchstaben bezeichnen auf allen diesen Figuren gleiche Theile. *c, c, c, c* der feste Sitz von Gusseisen oder von Bronce, auf welchem und um welchen sich der bewegliche Theil *d d*, der ebenfalls am Metall und am Häufigsten aus Bronce besteht, bewegt. Die Ringe *e, e, e', e'* sind sorgfältig zugerichtet und passen, wenn das Ventil geschlossen ist, genau auf die Theile *f, f'* des Sitzes. Das Ventil öffnet sich zu gleicher Zeit nach Oben und nach Unten, wenn die Ringe *e e, e' e'*, resp. die Sitze *f f, f' f'*, verlassen. Die Sitze können aus metallischen Flächen, die angegossen und alsdann abgedreht, abgeschmirgelt und alsdann polirt worden sind, bestehen; oder man dreht in den angegossenen Sitz zwei ringförmige Rinnen, die man darauf mit Ringen ausfüllt, welche aus Holzsegmenten oder aus einem weichen Metall bestehen, welche letztere Einrichtung vorzuziehen ist. Die hölzernen oder metallenen Ringe sind in allen Fällen sehr sorgfältig auf ihrer obern Fläche abgedreht und zugerichtet. *g, g* ist eine ringförmige Rinne unter dem Sitz, in welchem man einen ledernen Ring einbringt, um jeden Wasserverlust zwischen dem Sitz und dem flachen Ringe, auf welchem er durch Schrauben befestigt ist, zu vermeiden. *h, h* ist ein an dem Sitz angegossener Cylinder, welcher als Leiter des beweglichen Theils von dem Ventil dient. *i, i* ist ein metallener Vorsprung an dem Umfange des Cylinders *h h*, welcher in eine

entsprechende Vertiefung in dem beweglichen Theile tritt, um jede drehende Bewegung desselben während seines Auf- und Niederganges zu vermeiden. *kk* ist eine auf den Cylinder aufgeschraubte Scheibe, um die Bewegung des Ventils in senkrechter Richtung zu verhindern, sowie auch um zu vermeiden, dass es nicht aus seiner Lage gebracht werden kann. Die Pfeile *l, l, l, l, l, l,* Fig. 4, deuten den Gang des Wassers durch das offene Ventil an. *mm* ist der ringförmige Theil des Ventils, welcher die Differenz des Drucks zu beiden Seiten des Ventils, in Folge des Spiels von der Pumpe, trägt. Die Oberflächengrösse dieses Theils muss daher im Verhältnisse zu dem Gewichte des Ventils und zu der Oberflächengrösse der sich berührenden ringförmigen Oberflächen stehen, so dass das Ventil zuvörderst von seinem Sitze durch den grössern, von Unten wirkenden Druck, gegen den von Oben wirkenden, getrennt und alsdann durch die Einwirkung des sich bewegenden Wassers auf den Theil *mm,* nachdem derselbe von seinem Sitze getrennt worden ist, rasch gehoben wird.

Die Ventile dieser Art wurden bei dem Wasserwerke von Oldford in London angewendet, deren durch eine einfache Dampfmaschine bewegter Taucher einen Durchmesser von 41 englischen Zollen (1,04 Meter) hat. Diese Pumpe wurde im December 1838 erbauet, allein die Ventile, mit denen sie zuerst versehen wurde, veranlassten bei ihrem Schluss solche Stösse, dass das ganze Dampfmaschinengebäude davon erschüttert wurde. Man suchte diese Unannehmlichkeit durch mehrere Mittel abzuhelfen, welche jedoch alle unwirksam waren, bis dass man endlich die beschriebenen Ventile mit doppeltem Sitz, statt der vorhandenen, anbrachte, wodurch die Stösse sehr vermindert wurden, und welche vollkommen Wasser hielten.

Wir geben in Fig. 12, Taf. 55, einen senkrechten Durchschnitt zu Oldford. Die Ventile mit doppeltem Sitz sind für weite Pumpen sehr zweckmässig; wir glauben daher, dass sie bei Kunstsätzen in Gruben ebenfalls sehr vortheilhaft angewendet werden können. Aus diesem Grunde haben wir sie hier auch genau beschrieben, und bemerken nur noch, dass wir bei den Dampfmaschinen darauf zurückkommen werden.

Mönchspumpe in dem Davider Richtschachte auf dem Grubengebäude Himmelfahrt sammt Abraham Fundgrube bei Freiberg. Fig. 15, Taf. 44, giebt einen senkrechten Durchschnitt dieser von dem Herrn Maschinendirector Brendel vorgerichteten Pumpe. Die in dem gedachten Schachte angebrachte Wasserhebungsmaschine ist ein oberschlächtiges Radgezeug mit Stangenvorgelegen. Das Kunstrad, von $20\frac{1}{4}$ Elle Durchmesser und 1 Elle Radweite, enthält 96 gusseiserne Schaufeln, bei welchen Stoss- und Riegelschaufel aus einem Stücke gegossen sind, so dass der die Riegelschaufel bildende Theil nach einem Kreisquadranten von etwa 4 Zoll Halbmesser gebogen, die Fang- oder sogenannte Stosschaufel aber ganz gerade unter 75 Grad Neigung gegen den Halbmesser, von dem in der Mitte des Radkranzes liegenden Theilkreise aus, gegen die äussere Peripherie hin gelegt ist. Uebrigens sind weder das Kunstrad, noch auch die beiden hölzernen Kunststangen sammt den beiden dergleichen Kunstkreuzen in Betreff ihrer Construction von anderen dergleichen verschieden. Die Sätze werden mittelst unmittelbar an die Kunstkreuze angehängter eiserner Schachtgestänge in Bewegung gesetzt.

Die Mönchspumpen. Bis jetzt sind deren vier eingebaut; da jedoch das Kunstgezeug bis zur sechsten Gezeugstrecke wirken soll, so werden später noch zwei folgen, indem jede Pumpe auf je eine Gezeugstreckenteufe hebt. Sie sind abwechselnd an dem einen und dem andern Schachtstosse eingebaut. Ein Ventilkasten *A* enthält

das Saug- oder vielmehr Einlassventil *a* und das Steigventil *b*, zu denen man durch die mit den Schlussplatten *O* und *P* bedeckten Einsetzöffnungen gelangt. An dem untern Theile dieses Ventilkastens ist die Nonne oder Kolbenröhre *B* befestigt, in welche der an das Schachtgestänge angeschlossene Mönch *C* von Unten hineingeht. Der wasserdichte Abschluss am untern Eintritte wird durch die Stopfbüchse *c d e f g h* bewirkt, welche aus einem untern und obern Abliderungskranze und einem doppelt zusammengelegten Lederstreifen besteht.

Auf dem Ventilkasten *A* sitzt die Steigröhre *D*, an ihrem untern Theile aber ein kurzes Halsrohr mit einem messingenen Hahn *E*, mittelst dessen man die Wassersäule aus der Steigröhre ablassen kann. Das obere Ende der Steigröhre tritt von Unten in einen aus Pfosten gefertigten Kasten ein, welcher wieder dem Ventilkasten der nächst obern Pumpe oder des nächst obern Satzes das zu hebende Wasser zuführt.

Der aus einem Stücke gegossene Ventilkasten *A* hat eine parallelepipedische Form. Seine obere Fläche enthält die beiden Einsatzöffnungen für die Ventile und die Einmündung in die Steigröhre. Die untere ebenfalls durchbohrte Fläche nimmt die Nonne *B* auf. Von seinen beiden Enden ist nur dasjenige in paraboloidischer Form geschlossen, auf welchem die Steigröhre steht. Unterstützt wird dieses Ende durch eine von Aussen angegossene Rippe *r*. Das andere Ende des Ventilkastens gewährt dem Wasser aus dem Speisekasten *T* den Eintritt und ist dazu als hohles Parallelepiped gestaltet, welches im Lichten 12 Zoll hoch und 13 Zoll breit und in der Wand 1 Zoll stark ist. Das Innere des Ventilkastens enthält die mit dem Kasten aus einem Stück gegossenen Ventilsitze *cd* und *df*, deren Form ganz die eines vierseitigen Rahmens ist. Diese Platten, von $1\frac{1}{4}$ Zoll Stärke, haben eine gegen den Speisekasten geneigte Lage, und zwar beträgt diese Neigung für das Saugventil *a* circa 41° 4′ und für das Druckventil *b* 30° 39′ gegen den Horizont. Auf jedem der Ventilsitze ruht eine gut polirte messingene Platte *gh*, deren Durchbrechung auf die des Ventilsitzes passt, und die mittelst versenkter Schrauben *m* und mit einer untergelegten Lederscheibe auf die Ventilsitze geschraubt ist.

Die Ventilöffnungen haben beide eine rechteckige Form von $7\frac{1}{2}$ Zoll lichter Weite und 4 und 5 Zoll lichter Höhe. Die Befestigung der Ventile auf den oben erwähnten messingenen Platten erfolgt mittelst Schrauben *n*. Die Stellung der Ventile gegeneinander ist so getroffen, dass zwischen beiden die Einmündung der Nonne in den Ventilkasten liegt.

Die Ventile bestehen jedes aus zwei eisernen Scheiben, einer untern kleinern und einer obern grössern, zwischen denen eine lederne Abliderungscheibe so eingeschraubt ist, dass davon ein auf der Längenseite ohngefähr $2\frac{1}{2}$ Zoll hervorspringender Streifen als Charnier dient, indem derselbe, und somit auch das Ventil, durch die Schrauben *n* auf den Ventilsitz befestigt ist. Die obere Ventilplatte von Gusseisen ruht mit der Liderscheibe auf dem, auf den Ventilsitz befestigten, messingenen Rahmen und schliesst sonach die Ventilöffnung. Ein an der Längenseite der obern Ventilplatte sitzender und dem Charnier zugewendeter Kamm *o* verhindert das Ueberschlagen des Ventils, wenn es einmal so hoch gehoben werden sollte. Die untere Scheibe dient zur Verwahrung des Leders und gleichmässigen Abliderung, indem solche bei dem Abschliessen in die Ventilöffnung fällt. Noch gehören zu dem Ventilkasten die schon erwähnten Schlussplatten, welche mit den aufgeschraubten Ringen *p* gehandhabt werden. Die Nonne *P* ist ein Cylinder von 13 Zoll lichtem Durchmesser, $\frac{3}{4}$ Zoll Wand-

stärke und 2 Ellen 11 Zoll Höhe. Ihr oberes, an dem untern Theile des Ventilkastens sitzendes Ende trägt einen aussen angegossenen Kranz, wodurch die Verbindung mit dem Ventilkasten mittelst Schrauben hergestellt ist. Der untere Theil der Nonne ist zu einem Stopfbüchsengehäuse *a b i k* erweitert, welches bei 18½ Zoll Durchmesser 5¼ Zoll Höhe hat. Auch dieses trägt am untern Rande einen aussen angegossenen Kranz *ik*, mittels dessen die Stopfbüchse in ihrem Gehäuse durch Schrauben befestigt wird. Der in der halben Höhe der Nonne aussen angegossene Kranz *m' n'* dient, um derselben einen sichern Sitz zwischen den sie umgebenden Tragstempeln zu gewähren.

Die Stopfbüchse *c d e f* besteht aus der eigentlichen Stopfbüchse und dem untern Abliderungskranze. Die äussere Form der eigentlichen Stopfbüchse *cdgh* ist die eines hohen, in der obern äussern Kante abgerundeten Ringes von 6½ Zoll Höhe, um welchen unten ein 4½ Zoll breiter Kranz *gh* hereinliegt. Von der untern Fläche bis auf 4 Zoll Höhe ist derselbe noch um 1 Zoll weiter, also bis auf 13 Zoll Durchmesser, ausgebohrt. Die untere Abliderungsplatte *e f l m* besteht aus einem Kranze von 24 Zoll äusserm und 12 Zoll innerm Durchmesser, auf dessen Oberfläche, und zwar am innern Rande herum, ein 1½ Zoll hoher und ½ Zoll starker Ring sitzt, welcher den Raum zwischen der engern und weitern Bohrung ausfüllt. Derselbe lässt daher von letzterer einen Hohlring über sich übrig, in welchen der die Stopfung bildende, zusammengebrochene Lederstreifen eingelegt ist.

Der Mönch *C* besteht aus einem 2 Ellen 13½ Zoll hohen, oben geschlossenen Cylinder von 12 Zoll äusserm und 10 Zoll innerm Durchmesser. Sein oberes Ende ist durch eine Kugelmütze geschlossen, sein innerer Raum mit Holz ausgefüttert. Dieser Mönch ist auf die auf seine Achse aufsteigende Mönchstange *o' p'* aufgesteckt und durch eine Schraube befestigt. Die Verbindung der Mönchstange mit dem Schachtgestänge wird mittelst einer Gabel *a b*, Fig. 13 u. 14, Taf. 55, bewirkt, in welche das untere Ende der erstern ausläuft.

Auf dem Ventilkasten sitzt ferner das untere Ende der Steigröhre, welche aus 3 Ellen langen Stücken von 7 Zoll lichter Weite und 1½ Zoll Wandstärke zusammengesetzt ist.

Die Speise- und Ausgusskästen sind in parallelepipedischer Form aus 2 Zoll starken Pfosten angefertigt; ihre Dimensionen richten sich nach der Oertlichkeit des Schachtes.

Jede dieser Pumpen ist auf zwei verticale, parallel nebeneinander stehende Wände aufgesetzt, deren jede aus 3 unmittelbar aufeinander gelegten eichenen Tragstempeln besteht, welche söhlig im Bühnloch und Anfall, und rechtwinkelig auf dem Streichen des Schachtes stehen; sie sind durch zwei starke Ankerschrauben miteinander verbunden. Auf den beiden obersten dieser Tragstempel ruht nun der Ventilkasten *A*, auf zweien, die Tragestempel rechtwinkelig kreuzenden Querladenhölzern.

Auch die Steigröhren sind in je 9 Ellen Höhe, also auch die Länge von 3 Röhren, auf Ladenhölzer aufgelagert, damit der Ventilkasten nicht ihr ganzes Gewicht zu tragen habe. Diese Ladenhölzer liegen im Bühnloch und Anfall, und auf ihnen sind rechtwinkelig zwei, die Röhren ebenfalls einfassende Querladenhölzer eingeschraubt, die den oben erwähnten Kranz tragen. Diese Vorrichtungen, deren sonach jede Röhrensäule mehrere besitzt, geben daher derselben diejenige grössere Stabilität, ohne

welche die in ihnen vorkommenden Stösse die Verbindung der Steigröhren unter sich zerstören würden.

Der wasserdichte Verband der einzelnen Theile jedes Satzes ist dadurch bewirkt, dass Bleischeiben und, nach Befinden, Bleikränze zwischen den zwei zu verbindenden Theilen liegen, welche Scheiben oder Kränze den durch sie abzulidernden Theilen angepasst und dazwischen verschraubt sind. Auf diese Bleischeiben sind versuchsweise noch in Talg getränkte Hanffaden aufgelegt. Die hervorspringenden Ränder dieser Bleischeiben sind mit Dichtmeisseln so zusammen und in die noch verbliebenen Fugen eingetrieben, dass sie einen wasserdichten Abschluss bilden.

Die Verbindung von zwei gewöhnlichen Steigröhren erfolgt durch 6 Schrauben, die auf der concentrischen Ringfläche des angegossenen Kranzes um die Röhre herum gleichmässig vertheilt sind. Um aber dem Wasser auch an den Schrauben hin den Durchgang zu verschliessen, sind an jeder Schraube zwei kleine Bleischeiben angesteckt, die eine unter dem Kopfe und die andere unter der Schraubenmutter, welche durch das Anziehen der letztern in kleine Höhlungen treten und den wasserdichten Abschluss veranlassen.

Als ein sehr wichtiger Theil dieser Mönchspumpen ist ferner die Stopfbüchse mit ihrer Einrichtung und Leistung noch in's Auge zu fassen. Der Stopfbüchsenkern, die eigentliche Stopfbüchse *cdgh,* sitzt fest und concentrisch auf dem obern Liderungskranze. Zwischen diesem Kranze *gh,* der Stopfbüchse *cd* und dem entsprechenden Kranze *ih* des Stopfbüchsengehäuses liegt ebenfalls ein Bleikranz *w;* beide werden hierauf durch Schrauben *T* zusammengeschraubt, welche statt des Kopfes unterhalb des Stopfbüchsenkranzes ein Gestemme *x* tragen; unter dem sich noch unterhalb dieses Gestemmes verlängernden Theile derselben wird nun der untere Liderungskranz *eflm* aufgesteckt und ebenfalls durch Muttern festgehalten.

Der Liderungsring, der in dem vertieften Ringcanal *lmzz* eingelegt wird, besteht aus einem ursprünglich 6 Zoll breiten Streifen von Mastrichter Leder, der zur bessern Erhaltung, sowie zur Verminderung der Reibung des Mönchs, in Talg getränkt und hierauf doppelt, sonach auf 3 Zoll Breite, zusammengebrochen ist. Er wird so eingelegt, dass die beiden nebeneinander liegenden Ränder nach Oben dem Innern der Nonne zu gerichtet sind, so dass, wenn ja aus letzterer Wasser am Mönche herab in die Stopfbüchse dringt, dasselbe zwischen den Lederring eintritt, denselben daher auseinander und einerseits gegen die Wand der Stopfbüchse, andererseits gegen die Umfläche des Mönches presst und sich somit selbst den weitern Ausgang verschliesst.

Wenn die Liderung ihre Dienste durch langen Gebrauch versagt, so wird ein neuer Lederstreifen eingesetzt, indem der untere Liderring von den Schrauben *u* gelös't und so der Lederstreifen um den Mönch gelegt, in seine Kammer eingeschoben werden kann. Der untere Liderungskranz wird durch die Schrauben *u* von Zeit zu Zeit gegen den oben erwähnten Lederstreifen und dieser somit auch gegen den Mönch gepresst, wodurch die Liderung schärfer wird. Auf das zu diesen Mönchspumpen gehörende Schachtgestänge kommen wir weiter unten zurück.

Stellung der Kunstsätze in den Schächten. Gewöhnlich wird die Wasserhaltung oder Wassergewältigung aus tiefen Schächten durch mehrere übereinander stehende Sätze bewirkt. Der untere Satz nimmt die Wasser in dem Sumpfe auf und giesst sie in einen Speise- und Ausgusskasten aus, welcher in einer höhern Schacht-

sohle auf Tragstempeln ruht. In diesem Kasten steht die Saugröhre eines zweiten Satzes, welcher in einen zweiten Kasten ausgiesst, und so fort, bis dass die Wasser endlich zu Tage gehoben worden sind, oder auf einen Stollen abfliessen, der sie zu Tage führt.

Die Kolben aller dieser Sätze sind gewöhnlich an ein und dasselbe hölzerne Gestänge, das sogenannte Schachtgestänge, befestigt; dieses reicht durch die ganze Teufe des Schachtes und hängt mit seinem obern Ende an einem Kunstkreuze oder Balancier, welcher ihm die auf- oder abgehende Bewegung ertheilt, die es selbst von der Triebmaschine erhält.

Die Fig. 1, Taf. 56, stellt einen seigern Kunstschacht mit mehreren übereinander stehenden Sätzen dar. t,t' ist das Schachtgestänge, welches von den Motoren eine abwechselnde, auf- und niedergehende Bewegung erhält; p^{I} p'^{I} ist der untere Satz, ein hoher Drucksatz mit hohlen Kolben. Die Details dieses Satzes sind in Fig. 16, Taf. 53, dargestellt. Der Ventilkasten ist in *c;* die Kolbenstange ist an dem Schachtgestänge t,t' bei *a* mittelst eines gusseisernen Rahmens befestigt, der einerseits an dem Schachtgestänge, und andererseits an der Kolbenstange festgeschraubt ist. Dieser Satz giesst in den Kasten b^{I} aus, aus welchem das Wasser durch die Saugröhre der Druckpumpe p^2 p'^2 aufgenommen wird (wegen der Einrichtung dieser Pumpe sehe man Fig. 1, Taf. 54). Der Taucherkolben dieses Satzes ist mit dem Schachtgestänge *a'* mittelst eiserner Bänder verbunden; zwischen dem Schachtgestänge und der Stange des Taucherkolbens liegen kurze Stücken Holz *m, m,* um den erforderlichen Abstand zwischen beiden herzustellen, und damit die Achse des Taucherkolbens der Achse von der Kolbenröhre entspreche. Der Satz p^2 p'^2 giesst in den Kasten b^2 aus, von wo aus die Wasser durch eine ähnliche Pumpe weiter gehoben werden u. s. w.

In dem Kunstschachte ist eine Reihe von Fahrten angebracht, damit man die Sätze leicht untersuchen könne.

In den Höhen, in denen sich die Ventilkästen befinden, sind Bühnen angebracht und auf denselben kleine Krahne oder Winden, die aber auf der Abbildung fehlen, und mittelst denen ein Arbeiter im Stande ist, die Thüren der Ventilkästen abzunehmen, wenn die Ventile in Ordnung gebracht werden müssen.

Das Schachtgestänge, welches seine abwechselnde auf- und niedergehende Bewegung den Kolben aller Sätze mittheilt, wird in dem Schachte durch die Stempel *x,x* geleitet, die einander parallel und in den Stössen des Schachtes im Bühnloch und Anfall liegen; auf diesen Stempeln sind andere Hölzer, ebenfalls einander parallel, befestigt, so dass das Gestänge von allen 4 Seiten umschlossen ist, obgleich es sich in der quadratischen Oeffnung mit Leichtigkeit auf- und abwärts bewegen kann.

Die Kolbenröhren müssen, wie wir es schon weiter oben auseinandersetzten, auf sehr festen Unterlagen ruhen; denn wenn sie im Geringsten aus ihrer Lage kämen, so würden dadurch Brüche, oder wenigstens sehr rasche und ungleiche Abnutzungen der Kolbenliderungen und der Stopfbüchsen und dadurch Wasserverluste veranlasst werden.

Ebenso müssen, wie wir vorhin sahen, die Steigröhren feste Unterstützungen haben und wasserdicht miteinander verbunden seyn, indem sonst mancherlei Nachtheile daraus entstehen würden.

Schachtgestänge. Das Schachtgestänge muss solche Dimensionen haben, dass es weder eine wesentliche Verlängerung oder Verkürzung, noch eine Biegung durch den Zug oder den Druck, denen es unterworfen ist, erleidet, damit es vollständig

ohne Schwankungen und Erschütterungen die ihm durch die Triebmaschine ertheilte Bewegung bis zum Schachttiefsten mittheile. Aus demselben Grunde muss es mit dem Balancier des Hebels oder Kreuzes, der es bewegt, durch genau gearbeitete Maschinentheile verbunden seyn, damit kein Spielraum entstehe, der zu Stössen während der Bewegung des ganzen Systems Veranlassung geben würde. Ebenso müssen die Vorrichtungen, welche das Gestänge leiten, sehr genau und fest seyn.

Die erste Folgerung, welche aus der Nothwendigkeit einer festen und unveränderlichen Lage aller Stücke von einem Kunstgezeuge in einem Schachte zu machen ist, besteht darin, dass dieser Schacht selbst sehr fest seyn und in einem Gebirge abgeteuft seyn muss, welches durch Brüche, welche in den Abbauen entstehen könnten, nicht erschüttert wird. Wenn dieser letztern Bedingung genügt ist, so ist es zur Erfüllung der erstern erforderlich, diejenigen Theile der Schächte, die nicht in hartem, festem, und durch die Atmosphärilien unveränderlichen Gestein stehen, in eine feste Zimmerung, oder besser Mauerung, zu setzen. Endlich muss man für die Lage der Kolbenröhre, der Wasserkästen und der Unterlagen oder Tragstempel der Steigröhren, oder der Leitungen für die Schachtgestänge, solche Puncte des Schachtes wählen, welche die grösste Festigkeit darbieten, wenn diese Festigkeit nicht an allen Puncten gleich ist. Die Mittel zur Befestigung der Stützen für die verschiedenen Theile der Kunstsätze sind übrigens in jedem Falle verschieden, indem sie sich nach der Beschaffenheit des Gesteins, sowie nach der Sicherung des Schachtes durch Zimmerung oder Mauerung richten. Wir wollen uns nun jetzt etwas näher mit den verschiedenen einzelnen Theilen der Kunstgezeuge beschäftigen.

Das Schachtgestänge besteht gewöhnlich aus Holz, zuweilen auch aus Schmiedeeisen, wenn es ziehend wirken soll. Ein hölzernes Schachtgestänge besteht aus mehreren Stücken mit Sorgfalt ausgewählten Fichtenholzes, welches weder Aeste, noch Fehler irgend einer Art haben darf. Es muss mit der grössten Sorgfalt behauen und zugerichtet, und die Stücke müssen miteinander verzahnt seyn, wie Fig. 2, Taf. 56, zeigt, und ausserdem müssen diese einzelnen Theile durch Bänder von Flacheisen miteinander verbunden seyn, welche die Flächen derselben bedecken; oder es müssen an den Flächen der zu vereinigenden Stücke Flacheisenstäbe liegen, welche über die Verzahnungen hinausgehen und durch Schraubenbolzen miteinander vereinigt sind, welche beide Eisenstäbe, sowie auch die hölzernen Gestänge, miteinander vereinigen. Die Dimensionen der Querschnitte des Schachtgestänges sind nicht in allen Teufen gleich. Die oberen Theile, welche mit dem Gewichte der untern belastet sind, müssen stärker seyn; und in tiefen Schächten, welche weite Kunstsätze haben, bestehen diese oberen Theile des Gestänges oft aus zwei Stücken Holz, die aneinander liegen und durch eiserne Schraubenbolzen miteinander verbunden sind. So sah ich in einem Kunstschachte der consolidirten Gruben in Cornwall, der eine Teufe von 1200 engl. Fuss (366 Meter) hatte, ein Schachtgestänge, dessen oberer Theil aus zwei nebeneinander liegenden Stücken Holz bestand, von denen ein jedes einen engl. Fuss (0,30 Meter) im Quadrat stark war, während der Querschnitt von dem untern Theile des Gestänges nur 13 Zoll engl. (0,33 Meter) im Quadrat betrug.

Alle Sätze in dem Schachte, den wir betrachtet haben, sind Druckpumpen mit Taucherkolben, mit Ausnahme des untersten Satzes, der einen hohlen Kolben hatte. Die Wasser wurden in die Steigröhren der Druckpumpen durch den Niedergang des Schachtgestänges eingedrückt, und der Widerstand, den die Wasser dem Gestänge lei-

steten, betrug etwa 29000 Kilogramm. Dem Gewichte des Schachtgestänges wurde ausserdem noch zum Theil das Gleichgewicht durch 3 Balanciers mit Gegengewichten gehalten, von denen der eine über Tage und die beiden anderen in Räumen befindlich waren, die man zu diesem Zweck in dem einen Schachtstosse vorgerichtet hatte; auch war noch eine Wassersäule von 180 engl. Fuss Höhe vorhanden, welche in einer seigern Röhrensäule schwankte, die zwischen der Stollensohle und der Schachtöffnung angebracht war. Die Wirkung der Gegengewichte der Balanciers und der Wassersäule betrug etwa 55000 Kilogr., auf die Geschwindigkeit des Schachtgestänges reducirt, so dass das Gewicht desselben und der mit ihm verbundenen Stücke, welche es in seine abwechselnde geradlinige Bewegung mit hereinzog, 84000 Kilogramm überstieg.

Dieser bedeutende Ueberschuss des Gewichts von dem Schachtgestänge über das des Wassers, welche es durch seinen Niedergang heben soll, wird nicht allein durch die Nothwendigkeit geboten, ihm hinreichende Dimensionen zu geben, um die Möglichkeit von Brüchen, jede Verlängerung oder Verkürzung und hauptsächlich jede merkliche Biegung während des Niederganges des Gestänges zu vermeiden. Er ist auch, wie wir es weiter unten sehen werden, vortheilhaft in Beziehung auf die Beschaffenheit der Triebkraft, welche eine einfach wirkende Expansions-Dampfmaschine ist.

Die Stücken Holz, welche das fragliche Gestänge zusammensetzten, hatten jedes eine Länge von 15—18 Meter; sie waren an ihren Enden nur mit Verplattung ohne Verzahnung verbunden, auf allen 4 Flächen mit eisernen Stäben versehen, durch welche starke Schraubenbolzen gingen. Man nennt die Verbindung zweier Schachtstangen mit einander, sey sie auf die eine oder die andere Weise bewerkstelligt, ein Schloss.

An seinem obern Ende war das Schachtgestänge mit dem Balancier, welcher ihm die Bewegung ertheilte, durch ein starkes Stück Schmiedeeisen, welches aus einem platten und einem keilförmigen Theil bestand, verbunden; der keilförmige Theil drang 1,50 bis 2 Meter lang in das Holz ein; auf dem Ende des Schachtgestänges lag eine Platte. Oben endigte das Stück in eine Gabel, deren Zacken zwei Oeffnungen hatten, die den starken Bolzen aufnahmen, durch welchen es mit dem Balancier verbunden war. Zwei Stäbe von Flacheisen liegen an den beiden Seitenflächen des Gestänges und sind durch Schraubenbolzen angezogen, welche sowohl durch alle diese Beschläge, als auch durch das Holz gehen. Fig. 3, Taf. 56, zeigt diese Einrichtung.

Man sieht in Fig. 1, Taf. 56, die Art und Weise der Verbindung der Sätze der verschiedenen Kolben mit dem Schachtgestänge.

Vorsichtsmaasregeln gegen Brüche des Schachtgestänges. Ohnerachtet der starken Dimensionen und der ausserordentlichen Festigkeit der Stücke, welche das Schachtgestänge bilden, und der sie vereinigenden Beschläge, würde dennoch ein Bruch von diesem Stücke Veranlassung von so schweren Zufällen geben, dass man gegen jede Möglichkeit derselben Vorsichtsmaassregeln treffen muss. Zu dem Ende versieht man das Schachtgestänge mit sogenannten Fangfüssen, die in verschiedenen Höhen und nahe genug beieinander, besonders in den obern Teufen, wo Brüche noch grössere Zerstörungen veranlassen würden, angebracht werden.

In den Zinn- und Kupferbergwerken in Cornwall bestehen die Fangfüsse nur aus zwei kurzen Stücken Holz *v v'*, *v v'*, Fig. 1, Taf. 56, die an den entgegengesetzten Flächen des Schachtgestänges angebracht und durch starke Schraubenbolzen damit ver-

bunden sind. Diese Fangfüsse sind so angebracht, dass ihr unterer Theil, wenn das Schachtgestänge an das Ende seines Niederganges gelangt, fast in Berührung mit den Stempeln kommen, welche die Leitung desselben bilden. Diese Leitungen bestehen hier aber nicht allein aus zwei Stempeln und aus zwei quer darüber liegenden Hölzern, sondern aus mehreren ähnlichen Stücken, die gehörig beschlagen und übereinander gelegt worden sind und auf diese Weise ein starkes Gerüst bilden, welches im Stande ist, dem Stosse zu widerstehen, den der Bruch eines Schachtgestänges veranlassen würde.

Vorrichtungen zu Huelgoat. Da ähnliche Fangfüsse in verschiedenen Höhen an dem Schachtgestänge angebracht worden sind, so würde dasselbe, im Falle eines Bruches, an mehreren Puncten seiner Länge zu gleicher Zeit getragen werden. Die Elasticität des Holzes von dem Gerüste, welcher den ersten Stoss von dem Fangfuss erhielte, würde eine kleine Biegung des Gerüstes gestatten; allein dieselbe würde bei gehöriger Anfertigung der Fangfüsse und Gerüste hinreichend seyn, damit die andern ihrerseits auch aufsitzen; sind dagegen diese Vorrichtungen unzweckmässig angeordnet, so dass eine von ihnen eher aufsitzt, als die übrigen, so könnte jene zerbrochen werden, ehe die übrigen Hülfe leisten können. Hat man daher mit sehr schweren Schachtgestängen zu thun, so würde es vortheilhaft seyn, die von Herrn Junker für die Schachtgestänge zu Huelgoat angewendete Vorrichtung anzunehmen; sie besteht darin, auf die starken, in die Schachtstösse eingelassenen Tragstempel fichtene, 2 bis 3 Centimeter starke Bretstücke übereinander zu legen, welche nach und nach durch die Heftigkeit des ersten Stosses zerbrochen werden, welche aber die Wirkung dieses Stosses auf die Tragstempel, auf denen sie liegen, schwächen und auch ausserdem allen Fangfüssen gestatten, auf ihren respectiven Gerüsten aufzusitzen, selbst dann, wenn dieselben nicht ganz richtig vorgerichtet wären.

Her Junker hat auf diese Weise 5 Paar Fangfüsse an ein, 1500 Kilogr. wiegendes Schachtgestänge angebracht, und ist überzeugt, dass der Bruch von 7 übereinander gelegten fichtenen Bretern hinreichend sey, um die ganze, durch ein Gewicht von 3000 Kilogr., welches von 2,30 Meter senkrechter Höhe fällt, erlangte Geschwindigkeit aufzuheben. Die hölzernen Fangfüsse sind jetzt in der Grube zu Huelgoat durch schmiedeeiserne Arme ersetzt, die an dem Gestänge befestigt und sehr fest unterstützt sind. Auf dem Bretergerüste, welches durch eiserne Bolzen festgehalten wird, liegt frei ein Bleiblock, welcher im Fall eines Bruchs zuerst den Stoss der Fangfüsse aufnehmen würde.

Kolbenröhre, Steig- und Saugröhren. Die Kolbenröhren werden, wie wir schon oben bei der Freiberger Mönchspumpe sahen, auf starke Tragstempel gesetzt, deren Enden mit Bühnloch und Anfall in die Schachtstösse eingelassen werden, wenn deren Gestein fest ist. Diese Bühnlöcher sind zu dem Ende sehr sorgfältig mit Schlägel und Eisen zugeführt. Stehen die Schächte in Mauerung, so werden die Tragstempel in diese eingelassen; wogegen man es möglichst vermeidet, sie auf die Zimmerung der Schächte aufzulegen. Bei den wasserdicht verzimmerten oder in Cuvellirung stehenden Schächten muss man jedoch die Enden der Stempel auf den Cuvellirungs-Jöchern aufliegen lassen, indem man an diese starke Stücken Holz mit starken eisernen Nägeln festnagelt und die Enden der Jöcher darauf legt. Es ist diess besser, als die Cuvellirungs-Jöcher mit Oeffnungen zu versehen; jedoch muss man mehrere derselben, die aneinander liegen, durch Klammern von Flacheisen miteinander ver-

binden, um die Belastung der Jöcher auf dieselben zu vertheilen. Uebrigens befestigt man diese Tragstempel entweder dadurch, dass man sie mit den obern Teufen durch eiserne Stangen, die in Anker auslaufen, mit dem Gestein oder mit oberen Tragstempeln verbindet, oder indem man sie auf hölzerne, gusseiserne oder schmiedeeiserne Träger stellt, welche unmittelbar auf dem untern Gebirge, oder auf unteren Tragstempeln aufruhen und strebenartig unter die Mitte der zu tragenden Stempel treten.

Die Kästen oder Tröge, in welche ein Satz ausgiesst, und in denen das Saugrohr des nächstfolgenden steht, sind in den Ecken oder an einem von den Stössen des Schachtes angebracht. Sie sind aus starken Bohlen angefertigt, welche sorgfältig abgehobelte Kanten haben, und deren Fugen durch getheerten Hanf wasserdicht gemacht worden sind. Der untere Satz giesst das Wasser in den Kasten durch einen hölzernen Ausguss aus, der an dem obern Ende der Steigröhre befestigt ist, wie man aus Fig. 1, Taf. 56, ersieht. Eine solche Einrichtung hat zwar das Nachtheilige, dass bei jedem Satze das Wasser etwas höher gehoben werden muss, als die Ränder des Kastens betragen, um sie in diesen einfallen zu lassen. Man könnte diess zwar vermeiden, wenn man die Steigröhre des untern Satzes unmittelbar durch den Boden in den Kasten treten liesse; allein es ist zweifelhaft, ob die Schwierigkeit, die Fugen zwischen dem Röhrenhalse und dem Boden des Kastens recht wasserdicht zu halten, die geringe Ersparung an der Triebkraft durch das geringe Höherheben des Wassers, welches bei 25 bis 30 Meter hohen Sätzen sehr wenig ausmacht, nicht vollkommen ausgleichen würde.

Die Steigröhren der Kunstsätze ruhen ebenfalls auf Tragstempeln, die in gewissen Entfernungen in dem Gestein, oder in der Zimmerung oder Mauerung der Schächte eingelassen sind. Auf diesen Tragstempeln ruhen kurze Querhölzer, und auf diesen entweder die Kränze oder an den Röhren angegossene Lappen. Die kurzen Querhölzer sind so gehauen und verkeilt, dass die Kränze genau auf ihnen aufruhen; allein man muss es wohl vermeiden, sie so fest zu keilen, dass Spannungen in den Röhren entstehen, und ein Theil von dem Gewichte der unteren Röhren zu tragen ist. In allen Fällen ist es von Wichtigkeit, dass die Achse der Steigröhre in einer geraden senkrechten Linie erhalten werde, oder in einer Donlage, wenn die Sätze eine solche haben. Es ist diess besonders unerlässlich, wenn man hohe Sätze mit hohlen Kolben anwendet, deren Stange sich im Innern der Steigröhre bewegt. Bei dem Einbringen der Sätze in den Schacht muss demnach auf eine genaue Verbindung der Röhren miteinander ganz besonders geachtet werden. Bei sehr hohen Sätzen, welche die Wasser, z. B., 100 oder 150 Meter auf einmal heben, oder wenn die Röhrensäule nicht ganz seiger ist und eine ausgedehnte Entwickelung hat, ist es zweckmässig, an den Steigröhren einige Compensations-Verbindungen anzubringen, welche zweien aneinander liegenden Röhren einen geringen Spielraum gestatten. Diese Verbindungen würden nicht allein die Brüche vermeiden, welche aus Temperatur-Veränderungen entstehen, sondern auch die von einem geringen Setzen der Schachtstösse und der Tragstempel veranlassten. Diese Compensation besteht darin, dass man zwei aufeinander folgende Röhren muffenartig miteinander verbindet, indem das obere Ende der untern erweitert ist, so dass das untere der obern hineintritt. Man verdichtet alsdann den ringförmigen Raum zwischen der äussern und innern Wand der beiden Röhren durch eine Liderung mit getheertem Hanf, sowie mit einer bleiernen Scheibe, welche mit Hülfe von einem Treibmeissel und von Hammerschlägen hineingebracht wird. Man kann aber auch diejenige Compensation benutzen, welche Herr Jun-

ker bei der Steigröhre des Pumpensatzes zu Huelgoat angewendet hat, und deren Einrichtung man bei *V V'*, Fig. 2, Taf. 54, sieht, welche Figur wir weiter oben beschrieben haben.

Kunstsätze in donlägigen Schächten. Nicht sehr selten muss man Kunstsätze in donlägigen Schächten vorrichten; die Steigröhren und die Kolbenröhren werden alsdann auf Tragstempel gesetzt, die ihrerseits auf dem Liegenden des Schachtes ruhen. Die geneigte Lage der Kolbenröhre ist offenbar ungünstig für die Liderung und für die Kolbenröhre selbst, wenn sie ausgebohrt ist, indem aus dem Gewichte des Kolbens eine ungleiche Abnutzung der Leder- und Hanfliderung, der Wände der Kolbenröhre und der Peripherie der Kolben entsteht. Es geben demnach die donlägigen Sätze weit mehr Veranlassung zu Wasserverlusten und zu Reparaturkosten, als die seigern Sätze. Es wird daher in vielen Fällen weit haushälterischer seyn, einen Richtschacht zur Wassergewältigung abzuteufen, als schon vorhandene donlägige Schächte dazu zu benutzen.

Einwirkung vitriolischer Grundwasser auf die gusseisernen Röhren. Die Grubenwasser enthalten oft Vitriole, welche von der Zersetzung der Kiese und anderer Schwefelmetalle herrühren, und welche, wenn sie die saure Reaction behalten, das Schmiedeeisen und selbst das Gusseisen stark angreifen. Diese fressende Eigenschaft der Wasser zeigt sich in den meisten Kupfergruben und in vielen Steinkohlengruben. Derjenige Theil der gusseisernen Saugröhren, welcher fortwährend in dem Wasser steht, erleidet darin eine eigenthümliche Zersetzung. Das Eisen wird, dem Anscheine nach, durch eine Art stufenweiser Durchdringung, von der Oberfläche nach dem Innern zu, angegriffen, und nach Verlauf einiger Zeit hat das Gusseisen, welches seine Form erhalten hat, fast seine ganze Festigkeit verloren; es ist in dem Maasse weich geworden, dass es sich fast, wie Graphit, mit dem Messer schneiden lässt, ja es hat selbst das Ansehen und die Farbe dieser letztern Substanz angenommen. Bei solchen vitriolischen Wassern ist es daher fast unmöglich, gusseiserne ausgebohrte Kolbenröhren anzuwenden; sie würden sehr bald angegriffen und ausgerieben seyn, so dass die Lederliderung der Kolben gar nicht mehr dicht seyn würde. Man muss alsdann ausgebohrte Kolbenröhren von Bronce (Legirung von Kupfer und Zinn), anwenden, und da die Lederliderung in den vitriolischen Wassern ihre Geschmeidigkeit verliert, so muss man sie, um die Wasserdichte zu erhalten, sehr häufig auswechseln.

Jedoch dauern die Lederliderungen weit länger, wenn man sie fortwährend geschmiert erhält; diess ist jedoch nur bei massiven Kolben möglich, die sich in einer, an dem einen Ende offenen Kolbenröhre bewegen. So befeuchtet man bei dem Kunstgezeug zu Huelgoat, Fig. 2, Taf 54, an welchen der Cylinder unten offen ist, die Wände desselben und den Kolben, indem man sie zuweilen bei dem Aufgange des letztern mit einem fettigen Ballen einreibt, ohne dass desshalb der Betrieb der Pumpe aufgehalten zu werden brauchte.

Jedoch ist es bei vitriolischen Wassern noch zweckmässiger, Taucherkolben anzuwenden, welche keine ausgebohrten Kolbenröhren erfordern. Die Kolben bestehen alsdann von Bronce, und da alsdann die Liderung an dem Ende des Cylinders, in welchen der Taucherkolben eintritt, befindlich ist, so kann man den Kolben stets in Schmiere erhalten, so dass er nicht zerstört wird.

Ausfütterung der in Cornwall angewendeten Röhren mit Holz. In den Kupfer- und Zinnbergwerken von Cornwall haben die Kunstsätze allgemein Tau-

cherkolben, Fig. 1, Taf. 54, mit Ausnahme des untersten Satzes, welcher die Wasser unmittelbar aus dem Sumpfe des Schachtes ansaugt, und der mit einem hohlen Kolben versehen ist, Fig. 16, Taf. 53. Man bringt an diesen Punct desshalb einen solchen Satz, um in dem Falle gesichert zu seyn, wenn im Schachttiefsten die Wasser so aufgingen, dass sie über dem Ventilkasten des untersten Satzes ständen, wie diess in Folge von einem Wassereinbruch in eine Grube, von einer bedeutenden Störung der Kunstsätze oder der Maschine, welche sie in Bewegung setzt, der Fall seyn kann. Der Satz mit hohlem Kolben hat alsdann den Vorzug, dass, da das Saugventil und der Kolben durch die obere Oeffnung der Steigröhre herausgezogen werden können, man diese Stücke, wenn sie abgenutzt oder schadhaft sind, selbst dann auswechseln kann, wenn der ganze untere Theil des Satzes unter Wasser steht. Alle diese Röhren, mit Einschluss der des Taucherkolbens, bestehen aus Gusseisen, und um sie gegen die ätzende Einwirkung der Wasser zu schützen, füttert man sie inwendig mit Dauben von Fichtenholz aus, die etwa 1,5 Centimeter stark sind. Diese Dauben sind an den inneren Wänden der Röhren aneinander gelegt und bleiben durch den gegenseitigen Druck, den sie aufeinander ausüben, in ihrer Lage. Wenn diese Ausfütterung eingelegt wird, so legt man Breter von länglich viereckiger Gestalt, die nach dem Durchmesser der Röhre etwa 5 — 8 Centimeter breit sind, und die gleiche Länge mit der Röhre haben, auf die innere Wand und verkeilt sie einstweilen mit einigen kleinen hölzernen Keilen. Hat man nun Alles bis auf die Breite eines Bretes ausgefüttert, so legt man in diesen Raum zwei Dauben, deren Umriss ein Trapez und kein Rechteck ist, indem sie an dem einen Ende breiter, als an dem andern sind. Beide Breter werden nebeneinander, von den beiden entgegengesetzten Enden, in den auszufüllenden leeren Raum eingetrieben; sie bilden einen Keil und bestimmen auf diese Weise die Verdichtung des ganzen Futters.

Vorbereitung der Röhren mit trocknenden Oelen. Herr Junker unterwarf bei der Construction des Kunstgezeuges zu Huelgoat alle Röhren einem dreifachen Druck von demjenigen, welcher der statischen Wasserbelastung entsprach, und den die Röhren, nachdem sie aufgestellt, resp. auszuhalten hatten. Zu dem Ende drückte er mittelst einer hydraulischen Presse Wasser in das Innere der Röhren; die Presse war auf ihrem Ventil mit dem Gewichte belastet, welches nach dem berechnet war, das sie zu tragen hatte. Die meisten Röhren liessen unter diesem starken Drucke Wasser durch die Poren des Gusseisens dringen; Herr Junker war der Meinung, dass diess dadurch verhindert werden könne, wenn er eine schleimige Flüssigkeit in die Röhren drücke, und er versuchte zu dem Ende Leinölfirniss, der mit Bleiglätte gekocht war. Nachdem eine Röhre mit diesem Firniss angefüllt worden war, drückte er mit der Presse so lange gewöhnliches Leinöl hinein, bis sich das Ventil hob; es fand durchaus kein Durchsickern des Oels nach Aussen statt, und als einige Zeit nachher dieselbe Röhre mit Wasser probirt wurde, drang davon auch nichts mehr durch. Der Firniss war in die Poren des Gusseisens etwas eingedrungen und bildete einen fest anhängenden Ueberzug der Röhren. In Folge dieser Versuche liess Herr Junker darauf alle Röhren mit Firniss probiren und auf diese Weise ihr Inneres damit überziehen, wodurch sie sämmtilch wasserdicht wurden. Später machte er die Bemerkung, dass eine von den untern Röhren, welche auf diese Weise vorbereitet worden war, nach einem dreijährigen Dienste noch nicht von dem vitriolischen Wasser der Grube zerfressen war. Es scheint demnach, dass diese Vorbereitung die Röhren nicht allein wasser-

dicht mache, sondern dieselben auch auf längere Zeit, und vielleicht auf immer, gegen den Angriff ätzender Wasser schütze. Die Anwendung dieses Mittels ist weit bequemer, als die Ausfütterung mit Holz, welche in Cornwall gewöhnlich ist.

Eisenstärke der Röhren. Die den Röhren der Kunstsätze zu ertheilende Dicke muss in Verhältniss zu der Belastung des Wassers stehen, die sie während des Betriebes zu tragen haben, und sie muss folglich von ihrem senkrechten Abstande von dem obern Ende der Säule abhängen. Da es aber sehr unbequem und übrigens auch unnütz seyn würde, die Eisenstärke einer jeden Röhre verschieden zu machen, so verändert man dieselbe nur auf bedeutendere Höhen, z. B., nach jedesmaligen 10 Metern. Der absolute Widerstand des Gusseisens gegen das Zerreissen ist nach seiner Qualität sehr verschieden und wechselt nach den Angaben verschiedener Versuche, von 1800 bis 3800 Kilogr. auf das Quadratcentimeter. Man muss sich jedoch wohl hüten, sich einer dieser Gränzen zu nähern, besonders bei den Röhren zu Kunstsätzen. Nach der Praxis der Maschinenbauer, rathen wir, den Röhren eine solche Stärke zu geben, dass das Metall in Beziehung zu der Wasserbelastung keiner höhern Spannung, als 40 Kilogramm auf das Quadratmeter Querschnitt, unterworfen wäre. Geht man von diesem Grundsatze aus und man bezeichnet mit d den lichten Durchmesser einer Röhre in Centimetern, mit h die senkrechte Höhe der Oeffnung über dieser Röhre, in Metern ausgedrückt, mit e die Metallstärke in Centimetern, so wird diese Stärke e durch folgende Gleichung ausgedrückt:

$$e = \frac{h \times d}{800}.$$

Demnach würde man daher für eine Röhre von 0,30 Meter Durchmesser, die eine senkrechte Belastung von 100 Meter Wasser zu tragen hat, haben:

$$h = 100,\ d = 30 \text{ und } e = \tfrac{3000}{800} = 3{,}75 \text{ Centim.},$$

bei einer Höhe h von 50 Metern und einem Durchmesser von 30 Centimetern würde $e = 18{,}7$ Centimeter seyn.

Probiren der Röhren. Bestimmt man die Gusseisenstärke nach der vorstehenden Regel, so könnte man die Röhren einem Probedruck unterwerfen, welcher der dreifachen Belastung, die sie auszuhalten haben, entspricht. Die Spannung des Metalles bei der Probe beträgt nur 120 Kilogr. auf das Quadratmeter, welches weit unter der Gränze der Spannung steht, die eine übrigens nicht schadhafte Röhre zu ertragen vermag. Dieses Probiren mittelst Druck ist unerlässlich, und man darf es nie vergessen, weil dadurch alle Fehler des Gusses, die bekanntlich sehr häufig sind, zum Vorschein kommen. Man braucht jedoch die Röhren, welche Wasser durch die Poren des Gusseisens sickern lassen, nicht zu verwerfen, indem sie bei dem Gebrauche nach und nach wasserdicht werden, oder weil man sie durch Leinölfirniss, den man mit einer Wasserpresse eindrückt, wasserdicht machen kann. Die Formel $e = \frac{h \times d}{800}$ giebt Metalldicken an, welche bedeutender sind, als es bei selbst grossen Wasserbelastungen erforderlich ist; allein sie ist sehr zweckmässig bei den bedeutenden Höhen, welche man gewöhnlich den Kunstsätzen geben muss. Gusseiserne Röhren, die nur einen sehr geringen Wasserdruck zu tragen haben, kann man doch nicht dünner, als 8 Millimeter, machen, indem sonst der Guss derselben Schwierigkeiten hat, und sie zu leicht zerbrechlich sind. Endlich ist es von Wichtigkeit, sich zu überzeugen, dass der Guss der Röhren

mit Sorgfalt ausgeführt worden sey, und dass sie eine gleichförmige Metallstärke haben. Zu dem Ende ist es zweckmässig, dem Förmer vorher das Gewicht und die Dimensionen der Röhren zu bestimmen, und bei ersterm eine Abweichung von 5 bis 6 Procent zu gestatten. Man könnte das Gewicht einer jeden Röhre nach ihren Dimensionen bestimmen, indem man das specifische Gewicht des Roheisens zu 7207 Kilogr. annimmt.

Zur Vermeidung zu vieler Fugen ist es von Wichtigkeit, die Röhren nicht zu kurz zu machen; auf der andern Seite gestattet aber die schwierigere Aufstellung langer Röhren nicht, sie länger als 2,50 bis höchstens 3 Meter zu machen.

Blecherne Röhren. Neuerlich hat man in den Bergwerken des nördlichen Frankreichs auch angefangen, statt der gusseisernen blecherne Röhren zu den Steigröhren der Kunstsätze anzuwenden. Die Benutzung des Blechs würde ohne Zweifel den Vortheil einer Ersparung der Anlagekosten, wegen der weit geringern Metallstärke, veranlassen, auch würden sich solche leichte Röhren sehr leicht aufstellen lassen. Dagegen muss man eine sehr schnelle Zerstörung der Blechröhren durch Oxydation befürchten, wenigstens, wenn man sie innerlich und äusserlich nicht mit einem Firniss oder einer Farbe sorgfältig überzieht, die ebenso sorgfältig und häufig erneuert wird. Röhren von galvanisirtem, d. h., von verzinktem Blech, würden weit dauerhafter, als die von einfachem Blech, seyn. Das Blech kann ohne den geringsten Nachtheil eine Spannung von 8 Kilogr. auf das Quadratmillimeter Durchschnitt, oder von 800 Kilogr. auf das Quadratcentimeter, tragen. Demnach wird die Stärke des Blechs in Centimetern durch die Formel gegeben:

$$e = \frac{d \times h}{16000}.$$

Sie beträgt demnach $\frac{1}{20}$ von der, welche für gusseiserne Röhren angegeben worden ist. Uebrigens könnte sie bei schwachen Belastungen auf 2 oder höchstens 3 Millimeter beschränkt seyn, und diese letztere Stärke würde noch für eine Röhre von 0,50 Meter Durchmesser, welche eine Wassersäule von 96 Meter zu tragen hat, hinreichen, indem die Spannung des Bleches nicht mehr als 8 Kilogr. auf das Quadratmillimeter zu tragen hat. Wirklich findet man, indem man in der vorhergehenden Formel $d=50$ und $h=96$ macht:

$$e = \frac{50 \times 96}{16000} = 0,3 \text{ Centimeter.}$$

Uebrigens wird es ganz unnütz seyn, blecherne Röhren unter einem stärkern Druck zu probiren, als der ist, welchen sie wirklich zu tragen haben. Es ist hinreichend, sich zu überzeugen, ob die Blechtafeln, aus denen die Röhren bestehen, gehörig wasserdicht zusammengesetzt sind, und dazu ist es hinreichend, sie mit dem Drucke der Wassersäule, nachdem sie aufgestellt worden sind, und welche sie wirklich zu tragen haben, zu prüfen.

Die Figg. 1 und 2, Taf. 57, stellen die Verbindung zweier Blechröhren vor, welche von dem Ingenieur, Herrn Turbert, herrührt; um die untere Röhre *B* und etwas unter ihrem obern Ende bringt man einen eisernen Ring, der aber auch aus hölzernen Dauben *c, c'* bestehen kann, an; ihn umfasst das untere Ende eines blechernen Muffs *m,m', m,m'*, der mit der Röhre *B* durch eine kreisrunde Linie von Nieten verbunden ist, welche zu gleicher Zeit durch den Muff, durch den Ring und durch die

Röhre gehen. Der Muff ist etwas höher, als das obere Ende der Röhre, und es bleibt zwischen seiner innern Wand und der äussern der Röhre ein ringförmiger Raum, von gleicher Breite, wie der Ring stark ist. Am Ende der anliegenden Röhre ist ein anderer Muff angenietet, welcher dicht an der äussern Wand liegt, und wenn man die beiden Röhren einander nähert, in den ringförmigen Raum zwischen der untern Röhre und dem sie umgebenden Muff tritt. Der leergebliebene Raum wird darauf mit einem Kitt oder mit getheertem Hanf ausgefüllt, den man fest eindrückt. Auch werden die beiden Röhren noch durch Schraubenbolzen miteinander verbunden, welche durch Lappen oder Winkel, die an die Röhren genietet sind, gehen, wie man aus der Figur ersehen kann.

Blecherne Röhren sind wegen ihrer weit grössern Leichtigkeit, als die gusseisernen, besonders zu Pumpen bei'm Abteufen der Schächte in losem und wasserreichem Gebirge zu empfehlen, indem man sie weit leichter in Räumen handhaben und unterstützen kann, die noch nicht gehörig verzimmert oder ausgemauert worden sind.

W a n d s t ä r k e d e r V e n t i l k ä s t e n. Es sind besonders die ebenen Thüren der Ventilkästen, welche eine bedeutende Dicke haben müssen, sowohl wegen ihrer ebenen Gestalt, als wegen des wechselnden Drucks, den sie auszuhalten haben. Die Wände der Kästen, welche die Saugventile enthalten, sind dem Drucke der Atmosphäre von Innen und von Aussen unterworfen, während das Wasser in die Kolbenröhre angesogen wird, und sie haben darauf den ganzen Druck der sich in der Steigröhre bewegenden Wassersäule zu tragen, während das Wasser ausgedrückt wird. Ausserdem müssen sie auch noch bei'm Schlusse der Ventile Stösse aushalten. Wir rathen demnach, die Ventilkästen einem fünffachen Drucke von dem der Wassersäule, die wirklich über dem Kasten befindlich seyn wird, zu unterwerfen.

A u f s t e l l u n g d e r P u m p e n. Die einen Kunstsatz bildenden Theile werden, mit Hülfe einer über Tage angebrachten Winde, in den Schacht eingehängt und an ihren Platz gebracht, wenn nicht schon in der Nähe der Schachtöffnung eine Förderungsmaschine vorhanden ist, welche man zum Einhängen der Röhren benutzen kann. Es ist jedoch immer zweckmässig, in der Nähe der Tageöffnung eines Kunstschachtes eine Winde anzubringen, welche nur zum Einhängen der Theile von den Kunstsätzen dient, und welche man alsdann stehen lässt, um sie bei den verschiedenen Reparaturen der Kunstsätze, ihrer Gerüste, sowie der Zimmerung oder Mauerung der Schächte zu benutzen.

W i n d e n. Die einfachste und bequemste Winde ist eine sogenannte Erdwinde, bestehend aus einer senkrechten Welle, welche mittelst horizontaler Stäbe durch Menschenkraft bewegt wird. Das starke Seil, welches sich um diesen Rundbaum wickelt, geht über zwei Rollen, von denen die eine am untern, und die andere am obern Theile eines Gerüstes angebracht worden ist, und welches aus zwei starken Säulen besteht, welche wie ein abgestumpftes A gegen einander gelegt und oben mittelst eines Querriegels verbunden worden sind. Die beiden Säulen werden nach Erfordern von andern, minder starken Säulen unterstützt. Diese Winde steht über dem Schachte, und zwar befindet sich das Seil in gleicher senkrechter Linie mit dem Schachtgestänge. Sie ist mit dem Gerüste verbunden, welches den Rundbaum enthält, und welches hauptsächlich aus einem Schwelle besteht, in welchem die Pfanne für den untern Zapfen des Rundbaums steht, und oben aus einem Balken, an welchem das Lager des obern Zapfens angebracht ist. Beide Stücke sind mit dem Seilrollengerüste verbunden.

Zuweilen sind zwei senkrechte Winden symmetrisch zu beiden Seiten des Hauptgerüstes angebracht, welches alsdann oben zwei Rollen hat, über welche die Seile der beiden Winden gehen. Mittelst einer solchen Doppelwinde kann man bedeutende Lasten in einen Schacht einhängen und auch bedeutende Lasten in demselben handhaben. Die Figg. 3 u. 4, Taf. 57, stellen zwei Aufrisse, nach zu einander rechtwinkelig stehenden Ebenen, von einer solchen Doppelwinde dar, welche man auf den Schächten des französischen Norddepartements zum Einhängen und Aufstellen der Kunstsätze anwendet. *S, S* sind zwei Schwellen, welche auf der Sohle, oder vielmehr auf dem obersten Theile der Schachtzimmerung oder Schachtmauerung liegen. *M, M* sind gegeneinander geneigte Säulen, welche auf den Schwellen *S, S* stehen und durch die Streben *a', a'* gestützt sind. *C*, Klappe, welche die beiden Säulen oben verbindet. *E, E*, Riegel, die an die Flächen der beiden Säulen, in geringer Entfernung unter der Kappe, durch Schraubenbolzen, parallel miteinander verbunden sind. Sie enthalten eine starke eiserne Welle von 0,06 Meter Durchmesser, auf welcher zwei Rollen laufen, deren Kehlen die Säulen von 0,06 Meter Stärke aufnehmen können. Dieser Bolzen ist mit der Kappe *C* durch einen eisernen Bügel *x* verbunden, welcher sie zwischen den beiden Rollen fasst, so dass, wenn sich der Bolzen unter der Belastung biegen wollte, er auch von der Kappe getragen wird. *T, T'*, die beiden senkrechten Winden; *P, P*, Frictionsrollen, über welche die Seile laufen, und zwar das eine nach der Winde *T*, das andere nach der Winde *T'*. *m, m, m*, Latten, welche an die eine von den Säulen genagelt sind und als Leiter dienen, um den obern Theil der Winde besteigen zu können. *y, y*, eiserner Rahmen, der an der Kappe befestigt ist, und dazu dient, die Kolbenstange der Pumpen daran zu legen, wenn man sie aus dem Schachte herauszieht.

Zum Einhängen sehr schwerer Stücke verdoppelt man das Seil durch einen einfachen Flaschenzug. Ein Seilende wird am Gipfel des Gerüstes befestigt, und das Seil läuft um eine bewegliche Rolle, an deren Bügel ein Haken hängt, mit welchem das zu bewegende Stück verbunden wird; das Seil geht alsdann aufwärts und über die Frictionsrolle am obern Ende des Gerüstes, geht längs der geneigten Säulen wieder hinab, über die Frictionsrolle und wickelt sich endlich auf den Rundbaum der Winde auf. Mit einer Winde mit doppeltem Seil, wie die Figg. 3 u. 4, Taf. 57, ist, könnte man auch einen vierfachen Flaschenzug anwenden und sich nur eines einfachen Seils bedienen, allein man benutzt öfter zwei Winden auf einmal.

Aufstellung von Kunstsätzen, welche durch ein Wasserrad, oder durch eine andere doppeltwirkende Triebkraft bewegt werden. Die vorgehend beschriebenen Einrichtungen beziehen sich auf Kunstsätze, deren Triebkraft eine einfachwirkende ist, und welche nur wirkt, indem sie das Schachtgestänge und die Wassersäulen, mit denen sie belastet ist, hebt, indem das Schachtgestänge durch sein eignes Gewicht, oder durch den Ueberschuss desselben über die durch die Kolben ausgedrückten Wassersäulen wieder zurückfällt. Wenn die Triebkraft eine doppeltwirkende ist, wie ein Wasserrad, oder wie eine Dampfmaschine, deren Kolben durch den Dampf so gut aufwärts, als niederwärts getrieben wird, so muss der Widerstand, der von dem Spiele der Pumpen herrührt, fast gleichmässig auf die beiden Bewegungen, sowohl auf die aufsteigende, als niedergehende, vertheilt werden. Das einfachste Mittel, um dieses Resultat zu erreichen, besteht darin, in dem Schachte zwei Gestänge anzubringen, die so mit der Triebkraft verbunden sind, dass die eine steigt, während die andere fällt, und dass sie sich gegenseitig das Gleichgewicht halten.

Wenn übrigens die beiden Schachtgestänge gleichen Kräften bei'm Auf- und bei'm Niedergange unterworfen sind, so wird der Widerstand in den beiden Hälften einer vollständigen Bewegungsperiode der Triebmaschine seyn. Wir führen als Beispiel die Aufstellung der Kunstsätze in der Grube Himmelfahrt zu Freiberg an. Einer derselben ist in den Figg. 15 u. 16, Taf. 54, dargestellt, den wir weiter oben genauer beschrieben haben, und so, wie wir bereits bemerkten, ist die Triebmaschine ein Kunstrad von $20\frac{1}{4}$ Ellen Durchmesser. Dieses Rad liegt etwa 42 Lachter unter Tage und $12\frac{1}{2}$ Lachter östlich von dem Kunstschachte. Die Welle, welche den langen Seiten von dem Querschnitte des Schachtes parallel ist, ist an jedem ihrer Enden mit einem Krummzapfen versehen, deren Warzen einen Kreis von 4 Fuss Durchmesser beschreiben. Die 180 Grad voneinander entfernten Krummzapfen bewegen zwei hölzerne Bläuelstangen, welche horizontal auf Trägern in einer Strecke ruhen. Diese Bläuel theilen zwei Kreuzen eine abwechselnde Bewegung mit. Die Schachtgestänge hängen an dem andern Arme der Kreuze, welche um einen rechten Winkel von dem Arme der Bläuel entfernt sind. Beide Schachtgestänge erhalten daher eine gegenseitige entgegengesetzte Bewegung. Diese Schachtgestänge bestehen durchgängig aus Schmiedeeisen und haben einen quadratischen Querschnitt. Die Entfernung der beiden Gestängenlinien voneinander beträgt 5 Ellen 2 Zoll in gleicher Vertheilung zu beiden Seiten vom Mittel des Schachtes.

Das Schachtgestänge wird durch die beiden Ortstangen, die einfachen Schachtstangen und die Gabelstangen gebildet, zwischen welchen die Mönchskolben befestigt sind. Die Querschnitte der Schachtstangen stehen wegen des zu leistenden Widerstandes in dem Verhältnisse der zu tragenden Lasten. Es ist daher die Seitenbreite des Gestängequerschnitts:

Vom Kunstkreuz bis zur ersten Gezeugstrecke .	$2\frac{1}{3}$ Zoll.
Von erster bis zweiter Gezeugstrecke	$2\frac{1}{6}$ -
Von zweiter bis dritter Gezeugstrecke	$1\frac{7}{8}$ -
Von dritter bis vierter Gezeugstrecke	$1\frac{6}{10}$ -
Von vierter bis fünfter Gezeugstrecke	$1\frac{3}{8}$ -
Von fünfter bis sechster Gezeugstrecke	1 -

Die Seigerteufen dieser so angeordneten Stationen sind:

Vom Stollen bis erster Gezeugstrecke	13,9 Lr.	=	97,7 Fuss.
Von erster bis zweiter Gezeugstrecke	23,8 -	=	166,9 -
Von zweiter bis dritter Gezeugstrecke	17,8 -	=	124,5 -
Von dritter bis vierter Gezeugstrecke	22,3 -	=	156,2 -
Von vierter bis fünfter Gezeugstrecke	19,3 -	=	134,6 -
Von fünfter bis sechster Gezeugstrecke	19,5 -	=	136,7 -

Die Verbindungen der einzelnen Schachtstangen zu einem Gestänge erfolgt durch Laschenschlösser, indem je zwei zu verbindende Schachtstangen mit ihren Grundflächen *c*,*d*, Fig. 13 u. 14, stumpf aneinander gestossen und zu beiden Seiten mit 1 Elle 17 Zoll langen Laschen *gh* durch Schrauben *e* und *f* verbunden sind, deren jedes Schloss 4 enthält, zwei über und zwei unter dem Schlossmittel *cd*. Eine weitere Verstärkung der Verbindung wird durch zwei $1\frac{1}{4}$ Zoll hohe Kämme *c*,*d* bewirkt, welche an beiden Seiten des Endes jeder Stange angesetzt und in die Laschen versenkt sind.

Die Scheeren oder Gabelgestänge bestehen aus den beiden Scheerenstangen *m*,*n* und dem obern und untern Kuppeldreiecke. Die beiden Enden einer jeden Scheeren-

stange laufen in eine Scheere *o* und *p* aus, in welcher das Kuppeldreieck befestigt ist. Die beiden Kuppeldreiecke, welche ebenfalls aus Schmiedeeisen bestehen, stellen die Verbindung zwischen den Scheerenstangen, dem Mönche und dem Schachtgestänge her. Ihre äussere Form bildet ein gleichschenkliges Dreieck *o, p, b,* von dem den Schacht- und Scheerenstangen entsprechenden Querschnitts-Verhältnisse.

Jedes dieser Kuppeldreiecke hat rechts und links ein Auge *o* und *p,* mittelst dessen es durch Schraubenbolzen *r* und *s* zwischen den Wangen der Scheeren an den Scheerenstangen befestigt und so mit letzteren verbunden ist. Das untere Kuppeldreieck dient sowohl zur Befestigung des Mönchs, als auch zur Verbindung des obern Theiles des Schachtgestänges mit dem untern; es ist desshalb sowohl auf der Mitte seines Steges *a,* als auch in seiner Spitze *b* mit einem Auge versehen, und in diesem die Mönchsstange, die ebenfalls in eine Scheere ausläuft, mit dem Kuppeldreiecke durch Schraubenbolzen verbunden. Die Verbindung der Dreiecke mit dem Schachtgestänge ist durch den Hals *b d* und ein Laschenschloss *g h* hergestellt.

Ferner sind noch Leitungsvorrichtungen, Figu. 4 u. 5, Taf. 56, angebracht, um das Schwanken und Schlottern, sowie um bei etwa vorkommenden Gestängebrüchen das Hinabstürzen des Schachtgestänges durch die Fangböcke zu verhindern. Es sind demnach innerhalb jeder Satzteufe an die Schachtstangen 6 Zoll lange Fangfüsse angeschmiedet. Dieselben berühren bei dem niedrigsten Stande des Gestänges die Hölzer *C* und *D,* zwischen denen das Gestänge hindurchgeht. Diese Hölzer *C* und *D* liegen der Quere nach auf den beiden parallelen Tragstempeln *A* und *B,* aus starkem Eichenholz, welche mit Bühnloch und Anfall in die kurzen Schachtstösse eingelassen sind. Diese Tragstempel werden auch noch durch die Streben *E* und *F* unterstützt, deren Füsse in untern Bühnlöchern stehen. Alle diese Stücke sind endlich durch die Anker mit Muttern *G* und *H* verbunden.

Eine weitere, dem Schachtgestänge noch angehörige Vorrichtung sind die Stellschrauben, Fig. 15, Taf. 55, zur beliebigen und nothwendigen Verkürzung oder Verlängerung des Gestänges und besonders zum Richtigstellen des Mönchs, die sich in jeder Station, mit Ausnahme der ersten, vorfinden. Sie bestehen jede in einem cylindrischen schmiedeeisernen Körper *abcd,* der rechtwinkelig auf seine Achse geschlitzt ist und so fast die Gestalt eines Kettengliedes annimmt.

Die Unterhaltungskosten dieses Gezeuges endlich betrugen weniger, als die eines gewöhnlichen; der Wirkungsgrad lässt sich auf 0,87 bis 0,90 annehmen (Jahrbuch für den sächs. Berg- und Hüttenmann, 1844, S. 1 bis 34.)

Aufstellung von Pumpen in den im Absinken begriffenen Schächten. In den im Abteufen begriffenen Schächten können die Kunstsätze nicht immer fest auf die Tragstempel gestellt werden. Wenn das Gestein, aus dem die Schachtstösse bestehen, nicht fest ist, so muss man die Kunstsätze an Stempeln aufhängen, die am Tage quer über die Schachtöffnungen gelegt worden sind. Uebrigens muss man sich immer die Mittel sichern, um die Sätze tiefer niederbringen zu können, in dem Maasse, als das Abteufen der Schächte stattfindet. Man muss unter diesen Umständen stets den Pumpen mit hohlen Kolben den Vorzug geben, indem sie weniger Platz in den Schächten einnehmen und auch leichter aufzustellen sind. Wenn die Wasser sehr schlammig oder sandig sind, so kann man die Härzer Kolben, Fig. 11, 12 u. 13, Taf. 53, anwenden. Die Kolbenröhren sind von Gusseisen oder von Holz und mit Kupfer-

blech ausgefüttert. Die Steigeröhren bestehen aus Holz oder besser noch aus Blech, indem dasselbe leichter ist. Die Saugröhren bestehen auch grösstentheils aus Holz, und es ist sehr zweckmässig für die Saugventile, eine ähnliche Einrichtung anzubringen, als die in ähnlichen Fällen in Frankreich angewendete, welche wir in den Figg. 9—15, Taf. 53, dargestellt und weiter oben beschrieben haben.

Vorrichtungen bei'm Absinken der Schächte in dem schwimmenden Kreidegebirge des nördlichen Frankreichs. Die Figg. 5, 6 u. 7, Taf. 57, stellen die allgemeine Einrichtung der Kunstsätze dar, welche bei'm Schachtabteufen in dem schwimmenden Kreidegebirge angewendet werden, welches das Hängende des Steinkohlengebirges in dem französischen Norddepartement bildet. Bekanntlich ist der Wasserzufluss dort ausserordentlich stark, und die Schächte werden nach und nach bei'm Absinken mit einer hölzernen Cuvellirung versehen. Wir wollen annehmen, dass die oberen Teufen eines Schachtes bereits cuvellirt seyen, und dass die Wasser durch zwei übereinander liegende Kunstsätze zu Sumpfe gehalten werden. Der obere Satz saugt das Wasser aus einem Kasten an, der auf Tragstempeln steht, die in die bereits fertige Cuvellirung eingelassen sind; dieser Satz giesst die Wasser zu Tage aus. Der untere Satz dagegen saugt die Wasser aus dem Schachttiefsten an und giesst sie in den Kasten aus. Die Figg. 5, 6 u. 7, Taf. 57, stellen den cuvellirten Theil des Schachtes und den Kasten dar. Der letztere nimmt 4 Seiten von der zehneckigen Cuvellirung ein. Das zehneckige Gerüst, auf welchem der Boden des Kastens steht, ruht auf 3 oder 4 Picotage- und Keiljöchern, und das Gerüst ist selbst verkeilt, d. h., an seinem äussern Umfange mit dem Gebirge wasserdicht verbunden. Die Stücke, aus denen es besteht, sind 0,16 Meter stark und 0,35 Meter hoch. Die 4 Stücken, auf denen der Kasten ruht, sind auf 0,04 Meter Tiefe und 0,25 Meter Höhe eingelassen. Diese Bühnlöcher nehmen die Enden von drei Stempeln auf, welche, wie Fig. 6 zeigt, dicht aneinander liegen, und auf denen der Boden des Kastens ruht. Derselbe ist vorn mittelst einer senkrechten Wand, Fig. 5 u. 7, geschlossen, welche aus übereinanderstehenden Bohlen besteht, deren Enden in die Cuvellirung eingelassen sind. Ausserdem nagelt man an die letztere zwei senkrechte Latten von 0,04 Stärke und 0,08 Meter Breite, vor den Enden der Vorderwand des Kastens. Ebenso nagelt man auch an die 4 Picotagejöcher unter dem Kasten mehrere senkrechte Holzstücke von 1 Meter Länge, 0,08 Meter Breite und 0,04 Meter Dicke, *a, a, a*, etc., Fig. 5. Endlich befestigt man den Kasten auch noch dadurch, dass man etwa 1,50 Meter unter seinem Boden in ein Picotagejoch einen Tragstempel *T*, Fig. 5 u. 7, einlässt, auf dem man zwei Streben *j, j* stellt, die in einer senkrechten Ebene gegeneinander geneigt stehen und zur Stütze des Tragstempels *V* dienen, auf denen der Kasten vorn ruht. Die Streben sind an dem Dreiecke *p* befestigt, welches seinerseits mit dem Tragstempel *V* verbunden ist.

Der auf diese Weise festgestellte und 20—30 Meter unter Tage befindliche Kasten, nimmt die Wasser auf, die der unterste Satz in ihn ausgiesst. Es besteht ferner in demselben die Saugröhre eines zweiten Satzes, der gewöhnlich unmittelbar auf einem hölzernen Kreuze ruht, so dass die Sauglöcher über der Schlammschicht stehen, die sich gewöhnlich auf dem Boden des Kastens absetzt. Diese Saugröhren bestehen gewöhnlich aus Gusseisen. Die Fig. 8, Taf. 57, ist ein Grundriss von der allgemeinen Einrichtung zweier Kunstsätze in einem im Absinken begriffenen Schacht, nachdem der Kasten in einer Teufe von 20 bis 30 Meter vorgerichtet worden ist. *A*

ist der Querschnitt eines hölzernen Schachtgestänges, der an dem Balancier einer Dampfmaschine aufgehängt worden ist. *C, C, C* sind die Grundrisse der Steigröhren von 3 Kunstsätzen, welche das Wasser in dem Kasten ansaugen. Die Kolbenstangen dieser Sätze bestehen aus Holz und bewegen sich in den Achsen dieser Steigröhren. Mit ihren obern Enden sind sie durch Arme mit dem Schachtgestänge *A* verbunden. Die punctirten Linien zeigen die Achsen dieser Arme im Grundrisse. Die Steigröhren bestehen gewöhnlich aus hölzernen Dauben, welche mit eisernen Bändern zusammengehalten werden. Sie haben eine etwas conische Form und ihre Enden treten ineinander ein, wie die Figg. 10, 11 u. 12, Taf. 57, zeigen. Das oberste Stück der Steigröhre ist mit einem Ausgussrohre versehen, wie die Figg. 13, 14, u. 15 zeigen. Sehr zweckmässig werden, wie wir schon bemerkt haben, diese hölzernen Röhren durch eisenblecherne, Fig. 1 u. 2, Taf. 57, ersetzt. In allen Fällen steht die Steigröhre unmittelbar über der Kolbenröhre, in welcher der mit Klappenventilen versehene und am Ende der Kolbenstange befestigte Kolben spielt. An dem untern Ende der Steigröhre bringt man einen Spund oder einen Hahn an, durch welchen man das darin befindliche Wasser ablassen kann, wenn es erforderlich ist, den Kolben durch das obere Ende der Röhre herauszuziehen. Da die Sätze *C, C, C* eine bleibende Stellung in dem Schachte haben, so ruhen sie auf Tragstempeln, die in den Jöchern der wasserdichten Verzimmerung angebracht worden sind. Sie liegen in einer senkrechten Ebene zwischen dem Schachtgestänge *A* und den Sätzen *C, C, C* und zwar auf Trägern, welche an den Jöchern festgenagelt sind. Auf diesen Stempeln liegen Querhölzer, deren anderes Ende ebenfalls auf Trägern an den Jöchern aufliegt, und durch welche die feste Stellung der Kunstsätze noch mehr gesichert wird. Auch dienen die Tragstempel zur Leitung des Schachtgestänges. Gewöhnlich sind bei den im Norddepartement abzusinkenden Schächten zwei von den Sätzen *C, C* zur Wasserhaltung hinreichend, und der dritte ist gewöhnlich nur ein Reservesatz, den man nur bei zufälligen Ereignissen anwendet.

Die unteren Sätze, welche die Wasser auf der Sohle der abzusinkenden Schächte aufnehmen, können nicht auf Tragstempel gestellt werden, welche in den Schachtstössen eingelassen sind, indem dieselben dort noch keinen festen Ausbau erlangt haben. Auch müssen diese Sätze in dem Maasse tiefer in den Schacht herabgelassen werden, als dessen Abteufung vorschreitet. Aus diesem Grunde werden sie an einem starken Stücke Holz aufgehängt, welches über die Schachtöffnung gelegt worden ist. Die Fig. 8 ist ein senkrechter Durchschnitt dieses Tragstempels *S, S* an der Schachtöffnung. Das Aufhängen der Sätze findet auf die folgende Weise statt: der Stempel ist mit den Löchern *a, a,*... versehen, welche sich nach Unten erweitern, und durch welche die langen, mit Schraubengewinden versehenen Bolzen *V*, Fig. 16, gehen, welche unten in einen Ring *O* auslaufen, in den einer von den Haken *c, c* einer Eisenstange *T*, Fig. 17, gehängt wird. Ueber den Löchern *a, a, a* ist die obere Fläche des Stempels mit gusseisernen Platten versehen, welche ebenfalls *a* entsprechende Löcher haben; die untere Fläche dieser Platten ist eben, die obere concav. Eine jede von diesen Platten ist auf dem Stempel durch 4 Schrauben befestigt; die Enden der Schraubenbolzen *V* gehen durch Schraubenmuttern *E* von Schmiedeeisen, welche über dem Stempel angebracht sind. Diese Muttern sind unten convex, treten in die Vertiefungen der Platten und haben 6 Flächen. Dreht man nun diese Muttern mittelst eines Schlüssels, so bewegen sich die Bolzen *V* auf- oder abwärts, da sie sich nicht um sich selbst

drehen können. Die Fig. 9 stellt den Bolzen, die Platte und die Mutter dar. Das obere, über der Mutter hervorragende Ende des Schraubenbolzens ist unter andern mit einem runden Loche versehen, in welches man einen Bügel oder einen Haken hängen kann, welcher am Ende des Windenseils befestigt ist, wenn man den ganzen Satz auf einmal heben will. Die Kolbenstangen der untern Sätze sind an dem Schachtgestänge, wie die der obern Sätze, an Armen aufgehängt. Die Saugröhren ruhen gewöhnlich auf der Sohle des Schachtes; unten sind sie mittelst einer gusseisernen Scheibe verschlossen. Das Wasser tritt daher nicht von Unten ein, sondern durch Oeffnungen an der Seite, welche in einer Höhe von 0,04 bis 0,37 Meter über dem untern Ende der Saugröhre angebracht worden sind. Jeder von den untern Kunstsätzen hängt mittelst zweier Schraubenbolzen und mittelst einer Reihe von eisernen oder hölzernen, mit eisernen Beschlägen versehenen Stangen, welche bis zu dem Kolbenrohre niedergehen, an dem obern Stempel. Die Kolbenröhre besteht aus Gusseisen und hat an der Aussenseite Erhöhungen oder Kränze, unter welche ein eiserner Ring, Fig. 18 u. 19, greift. Derselbe besteht aus zwei halben Kreisen, welche durch Bolzen miteinander verbunden und mit eisernen Haken versehen sind, in welche die Haken der obenerwähnten Stangen greifen und auf diese Weise den ganzen Kunstsatz tragen. Die Steigröhren sind von Distanz zu Distanz durch Seile mit den Stangen verbunden. Mittelst der Schraubenbolzen und der Muttern senkt man die untern Sätze in dem Maasse, als das Abteufen der Schächte vorschreitet, und zwar so, dass das untere Ende der Saugröhren stets auf die Schachtsohle auftritt. Die Steigröhren macht man dadurch höher, dass man ein Röhrenende unmittelbar unter demjenigen hinzufügt, welches mit dem Ausguss versehen ist.

Den Saugröhren der untern Sätze giebt man eine Länge von 4—5 Meter oder selbst mehr, damit die Ventilkästen hoch genug über dem Schachttiefsten stehen, um Zeit genug zu haben, um, wenn Saugventil oder Kolben in Unordeung gerathen, oder schadhaft geworden sind, den Ventilkasten zu öffnen und die fraglichen Stücke entweder wieder in Ordnung zu bringen, oder auszuwechseln, ehe die Wasser in dem Schacht so weit aufgehen. Dennoch ist es zweckmässig, bei vielen Wassern mit Bügeln versehene Ventile zu haben, so dass man sie mittelst des Seils von der Winde aus der obern Oeffnung des Satzes herausziehen kann, wie Fig. 16, Taf. 53, zeigt.

Geschwindigkeit der Kolben und der Pumpenstangen. Alle Stangen eines Kunstgezeugs, sowie auch die Kolben, müssen mit einer geringen Geschwindigkeit bewegt werden; die Schachtgestänge der Cornwalliser Sätze, welches fast nur Druckpumpen mit Taucherkolben sind, werden im Allgemeinen mit einer mittlern Geschwindigkeit von 1,30 bis 1,40 Meter in der Secunde gehoben: sie sinken nieder und drücken dabei das Wasser in die Steigröhren der Sätze mit einer weit geringern mittlern Geschwindigkeit, welche 0,45 Meter im Durchschnitte nicht übersteigt. Die Kolben des Kunstgezeuges in dem Davider Schachte der Grube Himmelfahrt zu Freiberg machen 4 Hübe in der Minute. Da jeder Hub 1,13 Meter lang ist, so durchlaufen die Stangen und die Kolben $8 \times 1{,}13 = 9{,}04$ Meter in der Minute, oder 0,151 Meter in der Secunde. Die mittlere Geschwindigkeit der Kolben bei den Kunstsätzen mit hohlen Kolben kann ohne Nachtheil 1 Meter in der Secunde betragen, wenn die Saugröhren niedrig sind, wie es gewöhnlich der Fall ist.

Verlust. Das von einem Satz in einer gegebenen Zeit gehobene Wasservolum würde gleich derjenigen Menge seyn, welche der Kolben durch seine Bewegungen

in derselben Zeit ausdrückt, wenn keine Verluste durch die Liderungen und Stopfungen des Kolbens und der Ventile stattfänden. Die Differenz zwischen dem ersten und zweiten Volum, oder der **Verlust** ist ganz natürlich mit der guten Einrichtung und dem guten Zustande der Sätze verschieden. Wir haben in dieser Beziehung schon mehrere Beobachtungsresultate angeführt. So erwähnt der verewigte d'**Aubuisson**, dass bei einer in gutem Zustande befindlichen Pumpe des Wasserwerks zu Toulouse, welcher einen Taucherkolben hatte, der Verlust 2,94 Procent betragen habe, wenn die Kolben 3,48 Hübe in der Minute machten, welches einer mittlern Geschwindigkeit von 0,133 Meter in der Secunde entsprach. Der Verlust betrug nur 1,50 Procent, wenn die Kolben 5,81 Hübe in der Minute machten, welches einer Geschwindigkeit von 0,22 Meter in der Secunde entsprach.

Die Kolben der Kunstgezeuge in den Bergwerken bewegen sich oft weit schneller, als die hier erwähnten, besonders während des Saugens, und es hat diese Geschwindigkeit durchaus keine Nachtheile. Der Verlust bei den Sätzen mit massiven Kolben ist, wenn sich dieselben in einem guten Zustande befinden, sehr unbedeutend und beträgt zuweilen kaum 1 Procent von der berechneten Wassermenge. Bei Kunstsätzen, welche nicht sehr gut unterhalten werden, beträgt er häufig nur 8 bis 10 Procent. Bei Sätzen mit hohlen Kolben, welche nicht sehr gut unterhalten werden, übersteigt der Verlust zuweilen sogar 25 Procent.

Passive Widerstände. d'**Aubisson** folgert aus einigen Versuchen, die er im Vereine mit Herr **Duchesne** bei den alten Kunstsätzen der Bergwerke zu Poullaouen, welches Hubsätze mit hohlen Kolben waren, anstellte, dass die zur Hebung der Kolbenstangen dieser Sätze erforderliche Kraft gleich der Summe von dem Gewichte der Stangen und dem Gewichte der gehobenen Wassersäulen, nebst einem Bruch von dem Gewichte der gehobenen Wassersäulen sey, welcher die passiven Widerstände ausdrückt, und er höchstens $\frac{8}{100}$ von dem Gewichte des gehobenen Wassers oder von dem Nutzeffect betragen könne.

Aus den Beobachtungen, welche der englische Ingenieur **Wicksteed** über die Pumpen des Wasserwerks von Oldford in London mitgetheilt hat, lässt sich eine obere Gränze von den passiven Widerständen ableiten. Eine von den Pumpen dieses Wasserwerks, nämlich die in Fig. 12, Taf. 55, dargestellte, wird durch eine einfach wirkende Dampfmaschine, von der Einrichtung des Cornwalliser Systems, in Betrieb gesetzt und hebt das Wasser auf eine senkrechte Höhe von 108 engl. Fuss (32,91 Meter). Der Hub der Taucherkolben beträgt 9 Fuss (2,743 Meter), der Kolbendurchmesser 41 Zoll (1,041 Meter). Dieser Kolben war mit einem von den Enden des Balanciers der Dampfmaschine verbunden, während der Dampfkolben an dem andern Ende desselben hing. Die Längen dieser beiden Balancierarme verhalten sich wie 10 zu 9, und der Dampfkolben hat 10 Fuss Hub, während der Pumpenkolben nur 9 hat.

Herr **Wicksteed** liess alle Liderungen der Stopfbüchsen und der Kolben sowohl an der Maschine, als auch an der Pumpe los machen und maass die **überwiegende Belastung des zweiten Endes von dem Balancier**, d. h., den Ueberschuss des Gewichts von dem Pumpengestänge über das Gewicht des Maschinenkolbens. Zu dem Ende bestimmte er direct mittelst Federn die überwiegende Belastung von dem Balanciereude, an welchem der Pumpenkolben ohne irgend ein anderes Gewicht sass. Alsdann wog er sehr sorgfältig die dem Taucherkolben hinzugefügten Gewichte und erhielt auf diese Weise die ganze Belastung. Er fand, dass diese überwiegende Belastung 61557 Pfund *avoir du poids* (27911 Kilogr.) betrug. Diese Be-

lastung war die Kraft, welche die durch den Taucherkolben gehobene Wassersäule während des Niederganges von dem Kolben ausdrückte, vorausgesetzt, dass der Kolben der Dampfmaschine alsdann einen gleichen Druck auf seine beiden Flächen erhielt, und indem man einerseits den Einfluss von dem Durchmesser der Kolbenstange und andererseits den von dem Ausströmen des Dampfes durch das Gleichgewichtsventil (siehe weiter unten die Cornwalliser Dampfmaschine) unberücksichtigt liess. Es musste demnach das Gewicht von 27911 Kilogr. gleich dem Drucke der Wassersäule seyn, welche durch den Niedergang des Kolbens ausgedrückt worden ist, wozu noch die Stärke der Reibungen des ganzen Systems gerechnet werden muss, reducirt auf die Geschwindigkeit der Pumpenstangen, eine Correction, die jedesmal von den Kräften, welche die Kolben der Luftpumpe, der Kaltwasserpumpe und der Speisepumpe der Dampfmaschine absorbirt und entwickelt haben, gemacht worden ist. Bei der Maschine zu Oldford verrichtete aber der Luftpumpenkolben seinen Niedergang zu gleicher Zeit mit den Kolben der Druckpumpe. Die Kolbenröhre der Luftpumpe war geschlossen, und ihr mit Klappen versehener Kolben war während des Niedergangs durch den Schluss des obern Klappenventils, welche das herausgezogene Wasser durchströmen musste, um in den Warmwasserbehälter zu gelangen, der Einwirkung des atmosphärischen Drucks entzogen. Es wirkte daher keine Triebkraft von Oben nach Unten auf diesen Kolben, welcher im Gegentheil während seines Niederganges die Reibung seiner Liderung gegen die Cylinderwände und am Ende seines Laufs selbst den Druck der atmosphärischen Luft zu überwinden hatte, die über ihm zusammengedrückt war, sowie auch den Widerstand, welcher von dem Durchströmen des Wassers durch die Klappen herrührte.

Die Speisepumpe drückte das Wasser während des Niederganges von dem Taucher der durch die Dampfmaschine bewegten Wasserpumpe in den Kessel. Nun betrug aber der Durchmesser des Tauchers von der Speisepumpe 6 englische Zoll (15,24 Centimeter). Sein Lauf betrug $\frac{13}{46}$ von dem Kolbenlauf der Wasserpumpe. Der Dampfdruck im Kessel endlich betrug 51,7 Pfund *avoir du poids* auf den engl. Quadratzoll (2,93 Kilogr. auf das Quadratcentimeter) über den atmosphärischen Druck. Das Ausdrücken des Speisewassers gab demnach Veranlassung zu einem Widerstande, der, wenn man die Reibungen unberücksichtigt lässt und ihn auf die Geschwindigkeit des Pumpenkolbens zurückführt, gleich $\frac{13}{46} \times 15{,}24 \times 0{,}7854 \times 2{,}93$ Kil. $= 151$ Kil. Endlich hoben die Kaltwasserpumpen mit hohlen Kolben der Dampfmaschine das Wasser in den Condensator, während des Aufgangs von dem Taucher der Wasserpumpe, und gab während des Niederganges von diesen nur zu passiven Widerständen Veranlassung.

Die Höhe der durch den Taucher der Wasserpumpe während seines Niederganges gehobenen Wassersäule schwankte von 104,5 bis 95,5 englischen Fuss (31,88 bis 29,11 Meter). Das Gewicht dieser Säule schwankte demnach von 55,438 bis 60,080 Pfund während eines ganzen Laufes von diesem Taucher; es betrug im Mittel 57759 (26189 Kilogr.). Der Ueberschuss des Gewichtes von den Gestängen, wovon der Widerstand abgerechnet werden muss, der durch das Spiel von dem Kolben der Speisepumpe veranlasst worden ist, über das Gewicht der gehobenen Wassersäule, betrug demnach $27911 - 151 - 26189 = 1571$ Kil., oder 0,06 von dem Gewichte des durch den Taucher ausgedrückten Wassers. Dieser Ueberschuss des Gewichts überwand alle Reibungen der Wasserpumpe, sowie auch die der Stücke von der Dampfmaschine

welche in die Bewegungen des Systems mit eingingen. Ich muss es nochmals wiederholen, dass die obigen Schätzungen, wenn man sie genau annimmt, dennoch durchaus nicht den genauen Werth der Reibungen, sondern nur eine obere Gränze angeben, welche noch sehr weit von dem wirklichen Werthe entfernt seyn könnte. Herr Wicksteed hat auch die überwiegende Belastung von dem Gestänge einer Druckpumpe mit massiven Kolben, welche in demselben Wasserwerke zu Oldford vorhanden war und durch eine Watt- und Boulton'sche einfach wirkende Dampfmaschine bewegt wurde, unmittelbar gemessen. Hier fand das Ansaugen des Wassers während des Niederganges von dem Pumpenkolben statt, und das angesogene Wasser wurde bei'm Aufgange des Kolbens gehoben. Die überwiegende Belastung betrug 5956 Pfund *avoir du poids* (2700 Kil.); der Kolbendurchmesser der Pumpe betrug $27\frac{1}{8}$ Zoll (0,69 Meter), und der Durchmesser der Kolbenstange $4\frac{7}{8}$ Zoll (0,124 Meter). Der Kolbenlauf betrug 7,91 engl. Fuss (2,438 Meter). Der Kolben von der Luftpumpe der Maschine wurde durch den Niedergang des Pumpenkolbens gehoben. Zieht man von der oben angegebenen überwiegenden Belastung die erforderliche Kraft ab, um den Luftpumpenkolben und das mittlere Gewicht der angesaugten Wassersäule zu heben, so findet man für die Differenz 1359 Pfund. Diese Differenz als das Maass der passiven Widerstände der Pumpe und der Dampfmaschinentheile während des Niederganges von dem Pumpenkolben angesehen, würde der Bruch $\frac{1359}{4597} = 0,295$ von dem nutzbaren Widerstande seyn, der hier nur aus dem Gewichte der angesaugten Wassersäule und der nothwendigen Kraft besteht, um den Luftpumpenkolben zu bewegen, dessen Durchmesser 28 engl. Zoll betrug, und dessen Lauf etwa gleich der Hälfte von dem des Pumpenkolbens ist. Herr Wicksteed nimmt an, dass die passiven Widerstände während des Aufganges von dem Pumpenkolben dieselben seyen, als während des Niederganges. Wäre diess richtig, so müsste die Reibung der von der Watt'- und Boulton'schen Maschine bewegten Pumpe gleich einer Kraft von 1359 Pfund seyn, welche mit gleicher Geschwindigkeit wie der Pumpenkolben bewegt werden; der Effect dieses Widerstandes bei einem doppelten auf- und niedergehenden Kolbenlaufe der Pumpe würde gleich $2 \times 1359 \times 7,91 = 21499,38$ Pfund *avoir du poids*, 1 Fuss hoch gehoben, seyn.

Der entsprechende Nutzeffect würde seyn: $25047,5$ Pfund $\times\ 7,91 = 192170,975$ Pfund *avoir du poids*, 1 Fuss hoch gehoben.

Die passiven Widerstände der Pumpe und der Dampfmaschinen würden demnach nur zu einem Verluste Veranlassung geben, welcher gleich dem Bruche $2 \times \frac{1359}{25947} = 0,104$ von dem Nutzeffect ist. Diese Schätzung scheint jedoch zu gering zu seyn.

Das Freiberger Jahrbuch auf 1844, aus welchem wir bereits die oben mitgetheilte Beschreibung der Mönchspumpe im Davider Richtschachte entnahmen, enthält auch sehr genaue Angaben über die Leistungen der Kunstsätze und über das Verhältniss des Nutzeffects dieser Pumpen zu der Triebkraft des Wassergefälles, welches sie in Bewegung setzt. Die Resultate sind folgende: die Taucherpumpen der obern Sätze und die hohlen Kolben der untern Sätze wurden in einen sehr guten Zustand gesetzt, man traf die nothwendigen Einrichtungen zu ihrer vollständigen Speisung und regulirte alsdann die Stellung des Radschützes so, dass das Rad $3\frac{1}{2}$ Umgänge in der Minute machte. Das Wasser fiel auf das Rad durch eine länglich viereckige Oeffnung in einer senkrechten Ebene von 0,2396 Fuss Breite und 1,583 Fuss Länge. Die Oberfläche der Ausgussöffnung betrug demnach folglich 0,3796 Quadratfuss. Die sehr sorg-

fältig gemessene mittlere Wassermenge in der Mitte der Oeffnungen, wurde zu 1,6364 Fuss gefunden, welcher die theoretische Geschwindigkeit von $\sqrt{2gh} = 10{,}5999$ Fuss entspricht. (Die Maasse sind sächsische Fuss, und die von einem freifallenden schweren Körper in der Secunde erlangte Geschwindigkeit beträgt 34,338 Fuss. Da es sich hier um Verhältnisse handelt, so behalten wir die Originalmaasse bei.) Der theoretische Wasseraufwand beträgt demnach 10,5999 $\times$ 0,3796 gleich 4,0205 Cubikfuss in der Secunde. Der numerische Coefficient, mit welchem man den theoretischen Wasserverbrauch multipliciren muss, um den wirklichen Verbrauch zu erlangen, wurde mit einer grossen Sorgfalt durch zwei verschiedene Methoden bestimmt. Die erste bestand darin, statt der gewöhnlichen Ausflussöffnung eine Oeffnung in einer dünnen Wand zu substituiren, welche von dem Boden und von den Wänden des Gerinnes abgesondert wurde, und deren Höhe man so regulirte, dass die Geschwindigkeit des Rades noch $3\frac{1}{2}$ Umgänge in der Minute betrug. (Die Geschwindigkeit betrug $3\frac{1}{2}$ Umgänge in 62 Secunden und war demnach um $\frac{1}{30}$ geringer, als die bei dem vorhergehenden Versuche beobachtete Geschwindigkeit.) Der bei einer Oeffnung in einer dünnen Wand anwendbare Coefficient beträgt 0,616; wendet man nun denselben an, und gesteht man ferner zu, dass der Verbrauch in beiden Versuchen derselbe sey, so fand man als annähernden Werth des für die ursprüngliche Oeffnung anwendbaren Coefficienten, 0,7656. Zur Verificirung liess man das Wasser durch das gewöhnliche Schussgerinne, durch welches es auf das Rad fiel, ausströmen, und leitete es alsdann ab, um es in einen Kasten fallen zu lassen, in dessen dünner Wand die Oeffnung angebracht war, getrennt von den Wänden des Kastens, und welche Oeffnung man so regulirte, dass der Wasserstand in dem Behälter während der 30 Minuten des Versuchs derselbe blieb. Die Oeffnung in der dünnen Wand liess also bei einem constanten Zuflusse, den man mit grosser Sorgfalt maass, dieselbe Wassermenge fallen, welche das gewöhnliche Schlussgerinne mit einem verschiedenen und nur unmerklich constanten Zufluss ausströmen liess. Da man nun den Ausfluss durch die Oeffnung in der dünnen Wand bei Anwendung des bekannten Coefficienten von 0,616 genau berechnen konnte, so folgert man daraus den Coefficienten, welcher auf die gewöhnliche Ausflussöffnung passte, und man bestimmte auf diese Weise denselben zu 0,7733, welcher sehr wenig von dem 0,7656 verschieden ist. Nimmt man das Mittel von den beiden bestimmten Werthen als Coefficienten an, so findet man bei einer mittlern Geschwindigkeit des Rades von $3\frac{1}{2}$ Umgängen in 61 Secunden den wirklichen Wasserverbrauch zu 4,0205 Cubikfuss $\times$ 0,7694 = 3,0937 Cubikfuss.

Die senkrechte Entfernung des Wasserstandes in dem Radgerinne von dem auf der Rösche unter dem Rade betrug 44,0416 Fuss. Die verbrauchte Triebkraft betrug demnach 3,0937 $\times$ 44,0416 = 136,2515 Cubikfuss Wasser, 1 Fuss hoch gehoben.

Das Product der Taucherpumpen, welches direct gemessen wurde, indem man in einen prismatischen Kasten das Ganze durch zwei aufeinander folgende Kolbenzüge gehobene Wasser maass, betrug 5,6880 Cubikfuss (0,905 von dem Volum, welches der Kolbenlauf erzeugt). Dieses Wasser wurde auf eine seigere Höhe von 545,651 Fuss gehoben. Da nun in 61 Secunden $3\frac{1}{2}$ Kolbenstösse stattfanden, so betrug der Nutzeffect der Taucherpumpen in der Secunde $\frac{5{,}6880 \times 3{,}5}{61} \times 545{,}651$ Cubikfuss, 1 Fuss hoch gehoben.

Ausserdem gaben die 4 Sätze mit hohlen Kolben von 8 Zoll Durchmesser, welche unter der vierten Gezeugstrecke auf die Tauchersätze folgten, eine Production von 0,85 von dem Volum, welches durch die Kolbenläufe erzeugt wurde, und folglich in der Secunde ein Product von

$$\frac{\overline{0{,}6666}^2 \times 3{,}1416 \times 4}{4} \times 0{,}85 = 0{,}0680 \text{ Cubikfuss.}$$

Diese Wassermenge wurde auf eine seigere Höhe von 134,589 Fuss gehoben, und folglich war der Nutzeffect der Pumpen gleich: 545,651 × 0,1632 × 134,589 × 0,068 = 98,2023 Cubikfuss Wasser, 1 Fuss in der Secunde gehoben.

Wir sahen, dass die ganze Triebkraft des Gefälles 136,2515 Cubikfuss Wasser, welche von 1 Fuss Höhe in der Secunde fallen, war. Das Verhältniss des Nutzeffects zur Triebkraft betrug demnach 0,7207. Es findet folglich ein Totalverlust von 28 Procent statt, wozu aber auch die Wirkungen der passiven Widerstände und der Verluste an Wasser oder des Gefälles gerechnet werden müssen. Es gehören dahin die am Wasserrade selbst, an den Gestängen, welche die Bewegung mittheilen, und welche 20 Meter lang sind, an den Pumpen, von denen 4 gewöhnliche Drucksätze mit hohlen Kolben sind, welche eine weit geringere Leistung, als die Sätze mit Taucherkolben, haben. Von diesem Totalverluste von 28 Procent scheinen 14 Procent dem Wasserrade und der Bewegungsmittheilung durch die Gestänge zugeschrieben werden zu können. 14 Procent von der verbrauchten Triebkraft, oder 20 Procent in runden Zahlen von dem dem gehobenen Wasser entprechenden Nutzeffect, würden demnach eine sehr annähernde Schätzung seyn, und wahrscheinlich höher, als der genaue Werth des Widerstandes durch die Reibungen der Gestänge und der Pumpenkolben, durch das durch die Klappen strömende Wasser, durch die Wasserverluste in Folge des verzögerten Verschlusses der Ventile, sowie endlich durch verschiedene andere Ursachen.

Nach allen diesen Beobachtungen scheint es uns, dass man keinen wesentlichen Fehler in der Praxis begehen wird, wenn man annimmt, dass bei den Kunstsätzen mit massiven Kolben, welche gut construirt und gut unterhalten, und welche durch einfach wirkende Dampfmaschinen, ähnlich denen von Watt und Boulton, oder ähnlich den Cornwalliser, oder durch oberschlächtige Wasserräder in Betrieb gesetzt werden, welche den Schachtgestängen eine Geschwindigkeit ertheilen, die weniger als 0,40 Meter in der Secunde beträgt, der Abzug von dem Nutzeffect, welcher durch die passiven Widerstände aller Art, die von dem Spiele der Pumpen herrühren, im Allgemeinen zwischen $\frac{15}{100}$ und $\frac{20}{100}$ von dem wirklichen Nutzeffect betragen werde, welcher durch das Product von dem Gewichte des wirklich gehobenen Wassers durch die Höhe, zu welcher dieses Volum erhoben worden ist, gemessen wird. Was nun den Verlust der Pumpen dieser Art betrifft, so ist er im Allgemeinen unter 10 Procent von dem durch den Kolbenlauf erzeugten Volum.

Von den Bewegungs- oder Triebmaschinen.

Aufzählung der gebräuchlichen Maschinen. Die in den Bergwerken zur Bewegung der Kolben der Wasserhaltungspumpen angewendeten Triebmaschinen sind Wasserräder, Wassersäulenmaschinen oder Dampfmaschinen.

Die hydraulischen Maschinen waren vor der Erfindung der Dampfmaschine die einzigen zur Wassergewältigung aus tiefen Gruben, sobald dieselben nur etwas viel Grundwasser enthielten. Auch hat man ehemals in allen Gegenden Europas, in denen reiche und tiefe Gruben im Betriebe standen, bedeutende Arbeiten ausgeführt, um laufende und atmosphärische Wasser zur Ansammlung von Wassern auszuführen, welche diese Maschinen bewegten. Grosse Teiche dienten zum Sammeln des Regenwassers, um dasselbe in solchen Zeiten zu benutzen, in denen die natürlichen fliessenden Gewässer nicht mehr zum Betriebe der Maschinen hinreichten. Sehr ausgedehnte Wasserlosungsstollen, die nach und nach in mehr und mehr niedrigen Sohlen betrieben wurden, und die zu gleicher Zeit denjenigen Wassern einen natürlichen Abfluss verschafften, welche über den Stollensohlen zuflossen, gestatteten die Benutzung der Gefälle derselben Wasser zur Bewegung neuer Maschinen, welche die Grundwasser der Tiefbaue zu Sumpfe hielten. Sie lieferten auch ausserdem höhere Gefälle für die Tagegewässer. Zuerst benutzte man diese hohen Gefälle zur Anlage mehrerer Wasserräder übereinander, so dass die untern die Aufschlagewasser von den obern erhielten; später ersetzte man diese kostbaren Baue durch die Maschine mit zusammengepresstem Wasser und mit zusammengepresster Luft, eine Nachahmung des sogenannten Heronsbrunnens, bei den Bergleuten unter den Namen der Chemnitzer Maschine bekannt; endlich erbaute man Wassersäulenmaschinen, die anfänglich unvollkommen waren, welche in neuerer Zeit aber durch den, den Wissenschaften zu früh entrissenen, genialen Ritter von Reichenbach, zu einem hohen Grade von Vollkommenheit gebracht worden sind.

Die Dampmaschinen wurden anfänglich nur bei Steinkohlengruben benutzt, wo es an hinreichendem Wassergefälle fehlte, und wo der geringe Preis des Brennmaterials ihre Anwendung gestattete, ohnerachtet des ungeheuern Verbrauchs, zu welchem die Unvollkommenheit der ersten von Savary und Newcomen construirten Apparate veranlassten. Die Vervollkommnungen dieser Maschine in den letzten 25 Jahren, hauptsächlich durch die Maschinenbauer in Cornwall, haben den Brennmaterialienverbrauch so vermindert, dass man sie jetzt mit Vortheil nicht allein bei den Steinkohlengruben, sondern auch in mässig reichen metallischen Bergwerken und in Gegenden benutzen kann, in denen die Steinkohlenpreise ziemlich hoch sind. Es liegt ausser den Gränzen dieses Werks, um die Theorie von der Einrichtung der Wasserräder und Einzelnheiten über deren Construction mitzutheilen. Wir werden uns darauf beschränken, anzugeben, wie sie gewöhnlich eingerichtet werden, und wie die Zwischengeschirre beschaffen sind, welche sie mit den Kolbenstangen der Pumpen verbinden, denen sie eine abwechselnde geradlinige Bewegung ertheilen müssen. Es wird sodann eine Beschreibung der Wassersäulenmaschine zu Huelgoat folgen. Endlich werden wir möglich speciell die Cornwalliser Dampfmaschinen beschreiben, weil dieselben jetzt in solchen Bergwerken, wo hinreichende Gefälle fehlen, und in denen die Wassergewältigung möglichst haushälterisch bewerkstelligt werden soll, allgemein angewendet werden.

Wasserräder. Die zum Betriebe der Kunstgezeuge oder Wasserkünste angewendeten Wasser- oder sogenannten Kunsträder sind fast immer oberschlächtige. Am häufigsten liegen sie über Tage, so nahe als möglich an der Oeffnung des Kunstschachtes, in welchem die Kunstsätze angebracht worden sind. Häufig wird man aber auch durch Localumstände veranlasst, das Kunstrad mehrere 100 Meter von dem Schachte entfernt anzubringen. Die Radwelle, deren Construction übrigens von der anderer oberschlächtiger Räder nicht wesentlich abweicht, ist mit zwei Zapfen verse-

hen, welche über die Zapfenlager hinausreichen. An diesen Verlängerungen sind zwei Kurbeln oder Krummzapfen angebracht, deren in einer und derselben Ebene enthaltene Achsen, welche durch die des Rades gehen, um einen Winkel von 180 Grad voneinander verschieden sind. Eine jede von diesen Kurbeln ertheilt mittelst einer Korb- oder Bläuelstange, einer Linie von hölzernen Stangen, die entweder horizontal, oder nach dem Abhange des Bodens geneigt sind, und die sich bis zu dem Kunstschachte ausdehnen, d. h., einem sogenannten Feldgestänge, die Bewegung. In dem Schachte sind zwei Reihen von Kunstsätzen, die einander ganz gleich sind, und von denen eine jede mit einem Schachtgestänge versehen ist, angebracht; die Schachtgestänge erhalten die Bewegung von dem Feldgestänge mittelst Kreuzen, oder mittelst grosser hölzernen Balanciers mit eisernen Beschlägen. Die Balanciers sind mit einem horizontalen Stück Holz oder Balken versehen, welches in der Mitte ihrer Länge und rechtwinkelig darauf angebracht ist. An diesem Stück, an welchem die beiden Enden der Arme mittelst eiserner Stäbe verbunden sind, verbindet sich auch die Linie mit Stangen, welche mittelst der Kurbel und der Korbstange eine abwechselnde geradlinige Bewegung erlangt, welche auf diese Weise dem Schachtgestänge mitgetheilt wird*). Die Pumpen, deren Kolben durch dasselbe Schachtgestänge bewegt werden, bilden entweder eine ununterbrochene Linie von der Schachtöffnung bis zum Tiefsten, oder eine unterbrochene, wie im Davider Richtschachte zu Freiberg, wovon wir weiter oben redeten. Im letztern Falle wird das von dem Kolben einer Pumpe, welche an einem von den Gestängen aufgehängt ist, von einer Pumpe aufgenommen, die zu einer andern Satzreihe gehört, um höher gehoben zu werden. Die Gestänge bestehen, wie schon weiter oben bemerkt wurde, aus recht geraden Stücken Holz, welche durch Verzahnung oder Aufeinanderplattung, sowie ausserdem durch eiserne Bänder und durch Schraubenbolzen, miteinander verbunden sind, wie es bei den Schachtgestängen der Fall ist. Zuweilen bestehen die Feldstangen auch aus starken, runden Eisenstäben, welche, wie die einzelnen Stangen der Erdbohrer, durch Gabeln und Bolzen miteinander vereinigt sind. Die Feldgestänge ruhen auf der ganzen Länge zwischen dem Schachte und dem Rade auf eisernen Frictionswalzen, die gleichweit voneinander abstehen, und deren Zapfen in Zapfenlagern liegen, die auf Böcken ruhen. Ausserdem sind die Feldstangen an eisernen, gleich weit voneinander abstehenden, wenigstens 3—4 Meter langen Stangen aufgehängt, von denen eine jede mit ihrem obern Ende in dem obern Theile eines Gerüstes hängt, welches aus 3 gegeneinander geneigten Stücken besteht. Diese Stangen schwingen um ihre Aufhängungspuncte, und der Schwerpunct eines auf diese Weise aufgehängten Feldgestänges hebt und senkt sich bei jeder seiner Schwingungen um eine geringe Höhe, die gleich dem Pfeil von dem Bogen ist, der zur Sehne die Grösse der abwechselnden Schwingungen hat.

Die von zwei Krummzapfen eines Wasserrades in Bewegung gesetzten Feldgestänge können auch nach zwei verschiedenen Schächten gerichtet seyn. Jedoch ist es in allen Fällen erforderlich, dass ihr Gewicht in dem ganzen Systeme im Gleichgewichte sey, wie sich auch die beiden Schachtgestänge und die damit verbundenen Kolbenstangen gegenseitig das Gleichgewicht halten müssen. Wäre diess nicht der Fall, so würde das Wasserrad Abweichungen der Geschwindigkeit erleiden, die für

*) Das hier über die Feldgestänge Gesagte ist sehr unvollständig und unzureichend; wollten wir diesen Mangel ersetzen, so könnte diess nur durch eine weitläufigere, mit Abbildungen begleitete Beschreibung geschehen, die die uns gesteckten Gränzen nicht mehr gestatten. Ich verweise daher auf den 2. und 3. Bd. des Villefosse'schen Werks. H.

den Nutzeffect und selbst für die Erhaltung der Maschinen nur sehr nachtheilig seyn könnten. Auch dürfen die Gestänge nicht stossend oder schiebend wirken, weil sie dazu nicht die hinlängliche Steifigkeit haben: wenn sich demnach die Radwelle, z. B., in einer niedrigern Sohle befindet, als die auf dem Schachte befindlichen Kreuze, so müsste das Gewicht der Schachtgestänge um soviel bedeutender seyn, um die Feldstangen nach dem Schachte mit einer weit grössern Geschwindigkeit zu führen, als die ist, welche ihnen das Wasserrad ertheilt, und man könnte demnach dahin geführt werden, diese Gestänge schwerer zu machen, als es in dem Falle erforderlich wäre, in welchem die Radwelle in gleicher Höhe mit den Kreuzen, oder höher als dieselben liegen würde.

Mit einer Linie von Feldgestängen, welche die Bewegung in einer gewissen Richtung fortpflanzt, kann man mittelst eines Winkelhebels, einer sogenannten Wendedocke, eine andere Linie von Feldgestängen verbinden, welche die Bewegung in einer andern Richtung fortpflanzt. Die Wendedocke, welche die beiden Linien miteinander verbindet, dreht sich um eine Achse, die senkrecht in der Ebene der Achsen dieser Linien befestigt ist. Die beiden Arme der Wendedocke sind in dieser letztern Ebene befindlich und stehen resp. senkrecht auf den Feldgestängen, wenn dieselben in einer mittlern Richtung befindlich sind.

Man kann das Gewicht der Massen, welche durch ein und dasselbe Wasserrad in Bewegung gesetzt werden, nicht sorgfältig genug in's Gleichgewicht bringen, und dessenungeachtet ist es nicht zu vermeiden, dass die Geschwindigkeit der Triebkraft nicht sehr bedeutende und schnelle Abweichungen unter dem Einflusse der bedeutenden Massen erleide, welche eine abwechselnde Bewegung erhalten, und welche zu gleicher Zeit zu einer 0 betragenden Geschwindigkeit gelangen. Die langen Feldgestänge, welche man in allen Bergwerksgegenden trifft, wo die Triebmaschinen nicht immer in die Nähe der Kunstschächte gelegt werden konnten, veranlassen ausserordentlich kostbare Unterhaltungskosten und verursachen einen bedeutenden Verlust an der Triebkraft. Man hat den Vorschlag gemacht, sie durch Wassersäulen zu ersetzen, welche hier als Bewegungsmittheilung wirken, indem dieselben in gusseisernen Röhren eingeschlossen werden, an deren Enden Kolben befindlich sind, die in ausgebohrten oder mit Stopfbüchsen verschlossenen Cylindern sich bewegen. Der erste Kolben würde von der hydraulischen Maschine eine abwechselnde Bewegung erhalten, welche von der Wassersäule dem zweiten Kolben mitgetheilt würde, der sie seinerseits den Pumpenstangen mittheilt. Diese Bewegungsmittheilung durch Wassersäulen würde weit geringere Unterhaltungskosten veranlassen, als die langen Feldgestänge, wenn sie einmal gehörig eingerichtet worden wäre, und die passiven Widerstände würden auch nur unbedeutend seyn, wenn man die Wasserröhren gehörig weit machte. Endlich wird es möglich seyn, die Wassersäulen durch andere Wassersäulen in das Gleichgewicht zu bringen, oder auch durch Gewichte, die man auf einigen von den Kolben anbrächte. Die ersten Anlagekosten würden aber weit bedeutender seyn, als die der Feldgestänge, die man im Allgemeinen anwendet; auch würde es schwer halten, Wasserverluste zu vermeiden. Man müsste das Wasser in die Röhren mittelst Druckpumpen einführen, allein, aller Sorgfalt ohnerachtet, würde stets etwas Wasser verloren gehen. Uebrigens ist mir kein Beispiel von irgend einer auf diese Weise zur Fortpflanzung der Bewegung benutzten Wassersäule bekannt. Jedoch begreift man, dass ein solches Sy-

stem grosse Vortheile vor dem gewöhnlichen Feldgestänge haben müsste, wenn es mit Intelligenz eingerichtet und mit recht grosser Sorgfalt ausgeführt würde.

Nutzeffect einiger Wasserräder. Wir haben schon weiter oben den Nutzeffect angeführt, den die Pumpen und das Wasserrad im Davider Schachte zu Freiberg geben; wir machen noch einige Bemerkungen über den Nutzeffect mehrerer Wasserräder, welche die Kunstsätze in den beiden Blei- und Kupfergruben Huelbetsey und Huel-Friendship in Devonshire geben. Ein oberschlächtiges Wasserrad von 32 engl. Fuss (9,75 Meter) Durchmesser, welches mittelst zweier Linien von Feldgestängen, von 250 Faden (457 Meter) Länge, die Bewegung den Schachtgestängen zweier Reihen von Kunstsätzen mittheilte, die in einem und demselben Schachte angebracht sind, verwirklichten einen Nutzeffect, welcher gleich 0,523 der Triebkraft war.

Ein anderes Rad von 40 Fuss (12,198 Meter) Durchmesser, welcher in etwa 18 Meter Entfernung von dem Kunstschachte angebracht war, gab einen Nutzeffect von 0,634 der Triebkraft.

Diese Resultate sind mir von dem Grubenbeamten mitgetheilt worden, und der Nutzeffect ist wahrscheinlich nach dem Volum berechnet worden, den die Kolbenläufe der Pumpen geben, so dass das Verhältniss des wirklich erlangten Nutzeffects zu der verbrauchten Kraft wenigstens um $\frac{1}{10}$ unter den oben mitgetheilten Zahlen bleiben dürfte.

Die Kunsträder sind oft unter Tage angebracht, wie wir schon oben bei der Grube Himmelfahrt sahen. Es ist diess der Fall, wenn das Gefälle von einem Wasser erfolgt, welches auf der Gebirgsoberfläche, oder auf eine Rösche oder auf einen Stollen fliesst, der in einer höhern Sohle, als der Wasserlosungsstollen, befindlich ist, auf welchen letztern das Wasser abfliesst, nachdem es auf dem Rade gewirkt hat. Die Bewegung wird darauf den Pumpenstangen durch Gestänge mitgetheilt, welche auf Strecken liegen, die ganz besonders zu diesem Zwecke eingerichtet sind, und die man daher Gestängestrecken nennt. Hohe Gefälle werden jedoch, wie schon bemerkt, weit zweckmässiger durch Wassersäulenmaschinen, als durch Wasserräder, benutzt.

Wassersäulen-Maschinen. Die Wassersäulen-Maschinen bestehen aus denselben wesentlichen Theilen, als die Dampfmaschinen. Die einen, sowie die andern, bestehen im Wesentlichen aus einem Kolben, welcher sich in einem ausgebohrten Cylinder bewegt, und dessen abwechselnde Bewegung dem äussern Mechanismus entweder unmittelbar durch die Kolbenstange, oder durch Balanciers und Gestänge, oder durch irgend andere Mittel, mitgetheilt wird. Die Wirkungen, die in den Dampfmaschinen von dem Drucke des Dampfes herrühren, werden in den Wassersäulen-Maschinen durch den Druck des Wassers bewirkt, welches aus einem obern Behälter herbeiströmt und in den Cylinder zwischen dem Boden desselben und dem Kolben durch eine Einfallröhre geführt wird. Wenn der durch das Triebwasser gedrückte Kolben seinen Lauf vollendet hat, so läuft das Wasser durch einen Ausweg ab, der ihm in einer Röhre bleibt, deren Oeffnung niedriger, als die des Reservoirs liegt, welche man Hinterwasserröhre oder Austragröhre nennt. Sowie die Dampfmaschinen, können die Wassersäulen-Maschinen ebenfalls einfach- und doppeltwirkend seyn. Da aber die Triebkraft bei diesen letzteren Maschinen eine fast unzusammendrückbare und, im Verhältnisse zu dem Dampfe, sehr dichte Flüssigkeit ist, so ist es zur Ersparung der Triebkraft, sowie zur Erhaltung der Maschine, nothwendig, dass die Bewegungen einer Wassersäulen-Maschine weit langsamer, als die des Kolbens einer Dampfmaschine, sey, und es müssen ganz besondere Vorsichtsmaassregeln getroffen werden, um die Einfall- und die Hinterwasserröhre, oder viel-

mehr die Admissions- und Evacuationsöffnungen des Wassers zu öffnen und zu verschliessen. Diese Umstände sind es daher, welche die Einrichtung doppeltwirkender Wassersäulen-Maschinen ganz besonders schwierig machen; daher sind solche Maschinen auch seltene Ausnahmen, von denen man jedoch einige Beispiele in Ungarn findet. Die zur Wassergewältigung angewendeten Maschinen, die einzigen, mit denen wir uns hier zu beschäftigen haben, sind alle einfach wirkende, d. h., der Kolben wird durch die Triebkraft des Wassers aufwärts oder niederwärts gedrückt, und kommt in seine frühere Stellung entweder durch sein eignes, oder durch ein Gegengewicht zurück. Man verkuppelt zuweilen zwei einfach wirkende Wassersäulen-Maschinen, deren Kolben sich gegenseitig das Gleichgewicht halten. Zu dem Ende sind die Kolbenstangen solcher Maschinen mit einer sogenannten Uhrkette verbunden, die über eine Scheibe läuft, deren Durchmesser gleich dem Zwischenraume zwischen den Achsen beider Cylinder ist. Es sind auf diese Weise mehrere Wassersäulen-Maschinen in Ungarn eingerichtet.

Ein nicht unwesentlicher Unterschied zwischen den Wassersäulen-Maschinen besteht ferner darin, ob die Steuerung durch Hähne oder durch Kolben bewirkt wird. Maschinen mit Hahnsteuerung findet man hauptsächlich in Ungarn, sowie auch in Sachsen. Sie sind in Gerstner's Handbuche der Mechanik, Bd. 3 (Prag, 1834), S. 355 etc., beschrieben und auf den Tafeln 89 bis 93 abgebildet, sowie auch in Schitko's Werk über Wassersäulen-Maschinen (Wien, 1834).

Die neueren, mit Kolbensteuerung versehenen Wassersäulen-Maschinen, welche Reichenbach erfand und vervollkommnete, wurden zuerst auf der grossartigen Soolenleitung in Baiern ausgeführt. Zwei solcher Maschinen sind in Clausthal im Betriebe, und von ihrem Erbauer, Herrn Maschinendirector Jordan, im 10. Bde. der zweiten Reihe von Karsten's Archiv, S. 235 etc., sowie auch in Villefosse's Mineralreichthum, Bd. 4, S. 531 etc., sehr genau beschrieben und abgebildet. Wir theilen hier die Beschreibung einer neuen und sehr vorzüglich eingerichteten Wassersäulen-Maschine mit Kolbensteuerung mit, welche von dem Herrn Bergwerkdirector Junker in der Grube zu Huelgoat, die wir schon wiederholt erwähnten, erbaut und in der 4. bis 6. Lieferung der *Annales des Mines* von 1835, sowie auch in Villefosse, Bd. 4, S. 596 etc., beschrieben und abgebildet worden ist. Die Figg. 6 und 7, Taf. 56, stellen diese Maschine dar.

Der Kolben *P*, Fig. 6, bewegt sich in einem oben offenen Cylinder *Y*. Der Röhrenhals *T*, der auf dem Boden des Cylinders einmündet, dient zu gleicher Zeit zur Einführung und zur Abführung der Triebwasser. Die Kolbenstange *X* geht mittelst einer Stopfbüchse durch den Boden des Cylinders, und mit ihr ist unmittelbar das Schachtgestänge verbunden.

Der Satz dieses Kunstgezeuges ist der in den Fig. 2, Taf. 54, dargestellte, welcher das Wasser auf eine seigere Höhe von 230 Meter erheben muss. Da ihr Kolben einen Durchschnitt von 0,14 Quadratmeter Oberfläche hat, und der Lauf desselben gleich dem des Wassersäulen-Maschinen-Kolbens ist, so muss dieser letztere von Unten nach Oben durch eine Kraft gedrückt werden, die im Stande ist, das Gewicht einer Wassersäule von 0,14 Quadratmeter Oberfläche und 230 Meter Höhe, sowie den Ueberschuss des Gewichts von dem Pumpengestänge über das des Gegengewichts, durch welches es zum Theil im Gleichgewicht, und endlich die Reibungen zu überwinden. Der Kolben *P*, Fig. 6, Taf. 56, sinkt alsdann durch den Ueberschuss seines

eignen Gewichts und dessen mit ihm verbundenen Gestänges über dasselbe Gegengewicht und über die Reibungen. Die Trieb- oder Kraftwasser aus dem obern Behälter müssen daher unter dem Kolben *P* eingeführt werden, wenn sich derselbe am untern Theile seines Laufs befindet, und das Wasser, womit der Cylinder angefüllt ist, wenn der Kolben *P* auf die Gränze seiner aufwärtsgehenden Bewegung angelangt ist, muss durch die Hinterwasserröhre entleert werden, damit der Kolben *P* wieder zurücksinken könne.

Steuerungsapparat. Der Röhrenhals *T* setzt den Cylinder mit einem seitwärts liegenden Theil *H H'*, in Verbindung, der aus mehreren Cylindern besteht, welche eine und dieselbe Achse haben und senkrecht zwischen dem Hauptcylinder *Y* und der Kraftwassersäule liegen. In diese senkrechte Röhre münden, in gleichen Entfernungen über und unter dem Halse *T'*, zwei horizontale Röhren *O* und *S*; die erstere, welche das untere Ende der Kraftwassersäule oder der Einfallröhre bildet, ist diejenige, wodurch die Trieb- oder Kraftwasser anlangen; die zweite, welche mit dem Stollen in Verbindung steht, ist die Hinterwasserröhre. Ein Kolben *R* kann abwechselnd seine Stellungen in den beiden cylindrischen Räumen *b c* und *b' c'*, die gleiche Höhe und gleichen Durchmesser haben und symmetrisch über und unter dem Halse *T'* liegen, einnehmen.

In der zweiten von diesen Stellungen ist die Verbindung zwischen der Hinterwasserröhre und dem Treibcylinder *Y* verschlossen. Der mit der Kraftwassersäule in Verbindung gesetzte Kolben *P* macht alsdann seine aufgehende Bewegung. In der erstern Stellung dagegen ist die Verbindung mit der Kraftwassersäule unterbrochen und die Hintersäule ist geöffnet; der Treibcylinder entleert sich, und der Kolben *P* sinkt hinab.

Der Kolben *R* könnte demnach zur Steuerung oder Regulirung der Maschine dienen, wenn er nach und nach und zur gehörigen Zeit die Räume *b c* und *b' c'* einnimmt.

Es könnte scheinen, als wenn der Steuerungskolben, welcher von der Kraftwassersäule stets von Oben nach Unten gedrückt wird, die Anwendung einer bedeutenden Kraft erfordere, entweder um ihn von Unten aufwärts zu schieben, oder um seine Geschwindigkeit bei dem Sinken zu mässigen. Jedoch verschwindet diese doppelte Schwierigkeit durch ein einfaches und sinnreiches Mittel. Ein zweiter Kolben *Z*, der an der verlängerten Stange des erstern befestigt ist, bewegt sich in einem Cylinder über der Einfallröhre. Die Cylinder *H'*, *bc*, *b'c'* sind nach ein und derselben Achse genau ausgebohrt. Da aber die innere Oberfläche des Kolbens *J* unaufhörlich durch die Kraftwassersäule gedrückt wird, so wird dieser Kolben durch eine Kraft von Unten nach Oben getrieben, welche entgegengesetzt von der ist, welche den Steuerungskolben treibt. Lässt man demnach auf einen Augenblick die Reibung und das Gewicht dieser Kolben unberücksichtigt, so würde ein Gleichgewicht stattfinden, wenn sie gleiche Cylinder hätten; es würde alsdann die geringste Kraft hinreichend seyn, um die Bewegung des Steuerungskolbens nach Belieben zu bestimmen und zu mässigen. Jedoch ist der Zustand der Dinge nicht ganz auf diese Weise eingerichtet; der Durchmesser des Cylinders *H'* ist etwas grösser, als in *bc*, *b'c'*, so dass der auf beide Kolben ausgeübte Druck nicht gleich ist, dass eine Mittelkraft nach der Richtung des grössten stattfindet und demnach eine Tendenz zur aufsteigenden Bewegung. Wenn daher das System sich selbst überlassen ist, so nimmt der Kolben *R* seine Stellung in

dem Raume bc ein und bleibt daselbst so lange, bis er durch eine neue Kraftverbindung getrieben wird.

Um daher die umgekehrte Bewegung zu erlangen, ist es erforderlich, die aufwärtsgehende Mittelkraft aufzuheben, und sie durch eine andere, nach entgegengesetzter Richtung gerichtete, zu ersetzen. Nun ist aber dieser Zweck erfüllt, wenn man in dem zweckmässigen Augenblicke eine grössere Kraft, als diese mittlere, auf die obere Fläche des Hülfskolbens J einwirken lässt.

Diese Kraft wird augenblicklich von der Kraftwassersäule entlehnt; zu dem Ende wird bei a^3, mittelst einer kleinen Röhre, die in o in dem obern Theile des Cylinders H' ausgeht, aufgefangen. Dieselbe ist mit einer ledernen Stopfung verschlossen, in welche durch eine gelinde Reibung ein Muff oder eine dicke Stange K eintritt, welche auf dem Kolben J befestigt ist, und welche den Zweck hat, die obere Fläche dieses letztern zu vermindern, und um dem hydraulischen Drucke, den man auf das Innere des ringförmigen Raums w ausüben will, nur denjenigen Theil dieser Oberfläche ausgesetzt seyn zu lassen, welcher durch die Bedingungen des Niederganges von der Steuerung erfordert wird.

Dieser Niedergang wird aber bewirkt, sobald man Triebwasser in den Raum w mittelst der Röhre a, a^1, a^2, a^3 eintreten lässt. Es hört diese Bewegung erst dann auf, wenn der Kolben R den Raum $b'c'$ einnimmt, welches den zweiten Theil der Steuerung bildet. Um alsdann die Dinge in ihren ersten Zustand zurückzuführen, d. h., um den Kolben R wieder in die Stellung bc zu bringen, muss man nicht allein die Verbindung zwischen der Kraftwassersäule und dem ringförmigen Raume verschliessen, sondern man muss auch das Wasser, womit derselbe angefüllt ist, abfliessen lassen. Es wird diess mittelst der Röhre e, e^1, e^2, e^3, bewirkt, welche dieses Wasser der Hintersäule zuführt; alsdann wird der Kolben R und der Gegenkolben J von selbst aufsteigen, und der Treibcylinder wird sich entleeren.

Kleiner hydraulischer Apparat zur Regulirung des Spiels der Steuerung. Um die beiden Functionen des Steuerungskolbens zu erhalten, reducirt sich also das Ganze darauf, einen Wasserstrahl von der Kraftsäule in den Raum w gelangen zu lassen, oder diesen Raum zu entleeren, welches abwechselnd und zu gehöriger Zeit geschieht. Ein Hahn, der in einem Gehäuse mit drei Oeffnungen angebracht ist, welche sich vor dem kleinen Röhrenhals o befinden, hätte dieser Bedingung genügen können; allein man hat es auch hier vorgezogen, einen kleinen Kolbenregulator anzuwenden, welcher nach denselben Grundsätzen eingerichtet ist, als der Hauptregulator RJK.

Ein mit zwei seitwärts befindlichen Hälsen a und o versehener senkrechter Cylinder ei enthält zwei Kolben p und p', welche mit einer und derselben Stange verbunden und so angebracht sind, dass sie von dem Triebwasser immer in entgegengesetzter Richtung gedrückt werden, welches Triebwasser stets an dem Puncte a befindlich ist. Der Kolben p muss abwechselnd seine Stellung über und unter dem Röhrenhalse o einnehmen. In dem erstern Falle kann sich der ringförmige Raum w entleeren; im zweiten dagegen ist die Verbindung zwischen demselben Raum und der Kraftwassersäule hergestellt.

Der Kolben p' hat eine starke Stange, welche denselben Zweck erfüllt, als die ihr ähnliche in dem grossen Regulator, und welche, wie dieser, durch eine lederne, am obern Theile des Cylinders ei befestigte Liderung geht. Eine kleine Röhre u

dient dazu, den Druck der Kraftwassersäule auf den freien Theil der obern Oberfläche von dem Kolben p' zu übertragen. Diese Kraft, welche kaum 30 Kilogr. gleich ist, hat den Zweck, einem gleichen Druck das Gegengewicht zu halten, welcher von Unten nach Oben unter dem untern Kolben p durch das in der Hinterwassersäule enthaltene Wasser ausgeübt wird, und der von der Stellung des Treibcylinders Y, 14,20 Meter unter dem Stollen, herrührt.

Die Steuerung der Maschine findet daher eine ebenso einfache als vollständige Lösung in der wohlgeordneten Bewegung der kleinen Kolben p, p', welche die Hand eines Kindes verschieben kann. Lässt man sie steigen, so geht der Hauptsteuerungskolben auch sogleich in die Höhe; das Wasser in dem Treibcylinder strömt aus, und der Kolben P sinkt. Nöthigt man dagegen die kleinen Kolben abwärts zu gehen und die durch die Figur angegebene Stellung einzunehmen, so sinkt der grosse Steuerungskolben seinerseits auch und der Treibkolben geht in die Höhe; die Triebwasser strömen ein.

Das Spiel der Maschine wird demnach gesichert seyn, vorausgesetzt, dass es ein leichtes und sicheres Mittel giebt, den kleinen Apparat zu gehöriger Zeit wirken zu lassen. Es ist der grosse Kolben P, welcher den Augenblick der Bewegung angiebt und die zu ihrer Hervorbringung erforderliche, sehr geringe Kraft liefert. Ein sehr einfacher Mechanismus erfüllt diesen doppelten Zweck.

Steuerungs-Mechanismus. Die kleinen Kolben sind mittelst einer Stange in t aufgehängt, welches, indem es durch das Stück v'' v'' geht, in einen ersten Hebel t v' ausläuft, welcher seinen Stützpunct in v' hat. Ein zweiter Hebel s s', der sich am Ende s' um eine senkrechte Stange dreht, welche unten auf dem Kranze des Cylinders H', sowie durch die Stangen v'' v'' und z befestigt ist, ist mit dem ersten Hebel t v' durch eine kleine Zugstange t' verbunden und enthält an seinem andern Ende einen Sector s, der bei seiner Bewegung durch die senkrechte Gabel v v' geleitet wird. Zwei Haken oder Nägel, 1 und 2, die auf dem Kreisbogen hervorstehen, sind in entgegengesetzter Richtung auf den beiden ebenen, entgegengesetzten Flächen dieses Sectors befestigt. In horizontaler Richtung sind sie um die ganze Stärke des Sectors voneinander entfernt. Diese Hebel sind so miteinander verbunden, dass sie den Kolben p heben; der untere Hebel würde überflüssig geworden seyn, wenn man zwischen dem Treibcylinder Y und dem Steuerungscylinder HH' den erforderlichen Raum lassen konnte, um das erforderliche Verhältniss zwischen den beiden Armen des Hebels s s', durch den Lauf von p herstellen zu können.

Auf der andern Seite hat der Triebkolben P bei f einen eisernen Schuh erhalten, in welchem die senkrechte eiserne Stange $d\,d'$ eingeschraubt ist. Oben wird diese Stange durch zwei Hälse g^2, g^3 geleitet, welche einen Theil von dem Stücke g, g^I g^2 g^3, Fig. 6 u. 7, Taf. 56, bilden, welches mit den beiden Füssen auf dem eisernen Kranze hh befestigt worden ist, welcher auch noch die schon erwähnte Gabel $v\,v'$ trägt.

Die runde Stange $d\,d'$ ist auf der Seite der Steuerung der Länge nach mit einer sehr genau abgerichteten Stange von länglich viereckigem Querschnitt versehen, deren Dicke gleich der des Sectors s ist, mit welchem sie während des ganzen Laufs von dem Kolben R in Berührung bleibt. (Die Hälse g,g müssen natürlich Ausschnitte haben, damit die fragliche Stange frei hindurch gehen könne.)

Auf den beiden entgegengesetzten Flächen des Stabes sind die beiden Hebedaumen 3 und 4 mittelst Schrauben befestigt, zu welchem Ende die Stange mit einer

Reihe von Löchern versehen ist, mit deren Hülfe man die Entfernung eines Hebedaumens von dem andern verändern kann. Uebrigens entsprechen dieselben den Erhöhungen 1 und 2 an dem Sector.

Das Spiel des Mechanismus ist folgendes: wenn der Kolben *P* durch den Druck der Kraftwassersäule in dem Cylinder mit der Stange *dd'* gehoben wird, so stösst der Hebedaumen 3 gegen die entsprechende Erhöhung des Sectors, nimmt ihn mit sich und veranlasst das Steigen der kleinen Kolben *p, p'*. Sehr bald aber findet, wegen der Winkelbewegung der letztern, ein Entweichen statt, und der Kolben *P* vollendet seinen Lauf, während die Steuerung aufsteigt, die Kraftwassersäule verschliesst und die Hinterwassersäule öffnet.

Einen Augenblick darauf geht der Kolben *P* niederwärts; allein diessmal trifft der Hebedaumen 3 die ihn entsprechende Erhöhung nicht, die, nachdem sie vorher von dem Hebedaumen 3 sich entfernt hat, unbeweglich geblieben ist. Es ist im Gegentheil der Hebedaumen 4, welcher die Erhöhung 2 ergreift, die gegen die Stange vorgerückt ist, indem sich die andere zu gleicher Zeit davon entfernte. Der Sector geht nieder und mit ihm die kleinen Kolben, welche die in Fig. 6 angedeutete Stellung einnehmen. In diesem Augenblicke findet ein neues Entweichen des Sectors statt, und der Treibkolben *P* fährt zu sinken fort, bis dass er die untere Gränze seines Laufs erreicht hat, während welcher Zeit die Steuerung bewirkt wird, wodurch er von neuem mit der Kraftwassersäule in Verbindung tritt und eine neue Steigung beginnt.

Mittel, um den Lauf des Treibkolbens zu verändern. Mittel, um die Maschine aufzuhalten. Das hier beschriebene Steuerungssystem gewährt den Vortheil, dass man die Bewegung des Steuerungskolbens mit aller Leichtigkeit verzögern oder beschleunigen kann. Diese Veränderungen der Geschwindigkeit, die ausserordentlich wichtig sind, um nach Belieben mit der grössten Genauigkeit den Lauf des Treibkolbens zu verändern, werden mit Hülfe der beiden Moderatorhähne a^2 und *e* erlangt. Der erstere dient dazu, den flüssigen Strahl, welcher in den ringförmigen Raum *w* dringt, mehr oder weniger zu vermindern, der andere bringt dieselbe Wirkung bei diesem Strahl in dem Augenblicke seines Ausflusses hervor. Beide Hähne sind desshalb mit Schlüsseln oder mit Griffen versehen, welche jedoch auf der Abbildung nicht dargestellt worden sind, und die der Maschinenwärter, wenn er es für erforderlich hält, mit der Hand drehen kann. Sie liefern aber auch ein leichtes Mittel an die Hand, um die Maschine aufzuhalten: wenn der Kolben *R* nämlich zur Mitte seiner aufsteigenden Bewegung gelangt ist und vor dem Röhrenhalse *T T'* steht, so braucht man nur den Hahn *e* zu verschliessen, um sogleich die ganze Bewegung der Maschine aufhören zu lassen. Man kann sie aber mit derselben Leichtigkeit, durch ein Oeffnen des Hahns *e*, wieder in Betrieb setzen. Bei dem entgegengesetzten Gange des Kolbens *R* erreicht man dasselbe Resultat durch den Verschluss des Hahns a^2.

Steuerungskolben. Der Kolben *R*, Fig. 8, Taf. 56, ist ein hohler bronceuer Cylinder, welcher so abgedreht und abgeschmirgelt ist, dass er die ebenfalls vollkommen cylindrischen Räume *b c* und *b' c'* ausfüllt. In der Mitte, in einer Höhe $x' x^1$, die etwas bedeutender als die *bb'* der Röhre *T'* ist, ist die äussere Oberfläche voll und eben; allein an beiden Enden, auf der übrigen Höhe, hat sie 8 keilförmige Einschnitte $x' x'' \ldots x^1 x^2 \ldots$, deren Köpfe x'' und x^2 auf dem Umkreis der beiden Basen des Kolbens aneinander gereiht sind.

Wenn die Steuerung geschieht, z. B., bei'm Aufsteigen, so sieht man, dass der Kolben *R*, welcher *b'c'* einnahm, nachdem er durch die Röhre *T'* gegangen ist, seine obere Oberfläche an dem Eingange des Cylinders *bc* zeigt: in diesem Augenblicke würde die Bewegung der Kraftwassersäule aufgehalten seyn, wenn der Steurungskolben ganz eben wäre; allein, da die Einschnitte noch einen Wasserzufluss gestatten, so fährt dasselbe fort, in stets abnehmender Menge in den Röhrenhals zu dringen, bis dass die obern Theile x' der Einschnitte selbst in den Cylinder *bc* eingetreten sind. Der Treibkolben *P* erlangt alsdann die obere Gränze seines Laufs und die Kraftwassersäule nimmt den Zustand der Ruhe an. Weil aber fast zu demselben Augenblicke die oberen Puncte x^I der unteren Einschnitte den Rand *b'* des Röhrenhalses erreichen, so beginnt die Entleerung durch die Hinterwassersäule und folglich das Sinken des Treibkolbens *P*, dessen Bewegung sich in dem Maasse beschleunigt, als die Einschnitte x^I x^2 frei werden, und besonders, wenn die untere Basis des Steuerungskolbens *R* sich über dem Puncte *b* erhebt und den Punct *b*, das Ende seines Laufs, erreicht.

Sogleich darauf beginnt die niedergehende Steuerung: das Ausströmen des Wassers aus dem Treibcylinder wird verzögert, sobald der zurückgehende Steuerungskolben *R* den Punct *b'* erreicht, und es hört bald ganz auf, wenn der Theil x^I x^2 dieses Kolbens gänzlich in den Raum *b'c'* eingetreten ist. Alsdann erscheinen aber auch in dem Röhrenhalse die oberen Theile x' der oberen Einschnitte, und mit ihnen die ersten Strahlen des Triebwassers; die Kraftwassersäule hat Zutritt. Diesen Moment stellt die Fig. 6 dar, in welchem der Treibkolben *P*, mit der Kraftwassersäule in Berührung gesetzt, seine aufsteigende Bewegung begonnen hat; die anfänglich sehr geringe Geschwindigkeit nimmt nach und nach in dem Verhältnisse zu, als die Einschnitte sich immer mehr und mehr erweitern, immer mehr Triebwasser eintreten kann, und sie erreicht ihren höchsten Punct, wenn der Steuerungskolben gänzlich entfernt ist; der Kolben *R* erreicht sehr bald wieder den untern Rand des Röhrenhalses, von welchem er ausgegangen ist.

Grösse der Vortheile, welche mit einer stufenweisen Steuerung verbunden sind. Man sieht aus diesen Details, das der Steuerungskolben nach seiner besondern Einrichtung, bei allen seinen Functionen, sowohl bei'm Auf- als Niedergange, auf eine Weise wirkt, welche für die wesentliche Erhaltung der Maschine günstig ist, weil er nach und nach, jedoch nur am Ende des Laufs, die ganze Geschwindigkeit aufhebt, welche der Treibkolben hat. Es folgt daraus, dass, da die Kraft niemals plötzlich auf den Kolben und folglich auch auf den Widerstand wirkt, durchaus keine Stösse stattfinden, wenn die zu bewegenden, sowohl festen, als flüssigen Massen aus dem Zustande der Ruhe herausgehen; dasselbe findet statt, wenn diese in Bewegung befindlichen Massen und besonders die Kraftwassersäule wieder ihre Unbeweglichkeit erlangen.

Es haben diese Wirkungen etwas Aehnliches mit den mit elastischen Körpern hervorgebrachten, z. B., mit Luftbehältern, die in ähnlichen Fällen zuweilen wegen der Erhaltung der Maschine und zur Ersparung der Triebkraft angewendet werden. In der Praxis und besonders bei sehr kräftigen Maschinen hat jedoch diess Mittel viele Nachtheile, und so hat man es auch in Bayern aufgegeben und durch das hier beschriebene ersetzt. Die Wassersäulenmaschine zu Huelgoat zeigt durchaus keine Stösse oder Erschütterungen.

Die Steuerungskolben, welche sicher überall die bei den alten Maschinen angewendeten Steuerungshähne ersetzen werden, haben noch den Vortheil, dass man die Admissionsöffnung so gross machen kann, wie man will, oder wenigstens gleich dem Querschnitt von der Kraftwassersäule, und dass man deren Geschwindigkeit vermindern kann.

Dimensionen, welche dem Steuerungskolben zu ertheilen sind. Wenn der Durchmesser des eigentlichen Steuerungskolbens auch willkührlich ist, so lässt sich diess nicht von seiner Länge und noch weniger von der Anzahl und den Dimensionen der Einschnitte an seinen Enden sagen. Herr Junker, welcher sich auf die Data der Praxis stützt, nimmt an, dass die Länge des Kolbens wenigstens die dreifache von der Höhe des Röhrenhalses seyn und dass sie im Allgemeinen, nebst der Anzahl und Tiefe der Einschnitte, mit dem Volum der Kraftwasser und der der Maschine zu ertheilenden Geschwindigkeit zunehmen müsse.

Die Bestimmung des Durchmessers von den Hülfs- und Gegenkolben über dem Steuerungskolben ist bestimmteren Regeln unterworfen und beruht selbst gänzlich auf Berechnungen. Nachdem man die mittlere Geschwindigkeit der Steuerung und die hauptsächlichsten Dimensionen der dazu gehörigen Theile bestimmt hat, sucht und drückt man algebraisch die Kräfte aus, welche die Kolben sowohl bei'm Auf- als auch bei'm Niedergange treiben, indem man die Widerstände der Reibung von dem sich bewegenden Wasser in den Verengungen berücksichtigt und sie durch Druck des Wassers auf die Kolben ausdrückt, so dass man zwei Gleichungen erhält, welche die Werthe bei beiden unbekannten Grössen der Frage geben können.

Es ist zweckmässiger, die der Steuerung entgegenwirkenden Kräfte zu hoch, als zu niedrig anzunehmen, indem man mittelst kleiner Moderatorhähne eine zu grosse Mittelkraft in der einen oder der andern Richtung vermindern kann. Es hat keinen andern Nachtheil, als dass etwas mehr Triebwasser zwecklos verbraucht werden; allein dieser Mehrverbrauch ist immer so gering zu dem Wasser, welches in den Treibcylinder einströmt, dass er ganz unberücksichtigt bleiben kann. Bei der Maschine zu Huelgoat beträgt, bei einem Kraftwasserverbrauch von 1,88 Cubikmeter, der in den ringförmigen Raum der Steuerung einzuspritzende Strahl etwa nur 0,033 Cubikmeter, und eine Ersparung von der Hälfte, z. B., würde gänzlich unbedeutend seyn.

Moderator zur Veränderung des Ganges der Maschine. Wir sahen, wie man im Stande ist, den Lauf des Treibkolbens zu verändern, indem man entweder die Entfernung zwischen den beiden kleinen Hebedaumen an der Stange *dd*, oder, was noch vorzuziehen ist, indem man die Steuerungsgeschwindigkeit verändert. Um aber vollständig Herr von dem Spiele der Maschine zu seyn, musste man auch ein Mittel haben, die Geschwindigkeit von dem Laufe desselben Kolbens zu modificiren, und folglich die Anzahl der Hübe von der Maschine zu reguliren. Man gelangt mittelst der Moderatoren oder kreisrunden Klappenventile *VV'*, welche in der Kraftwasser- und in der Hinterwasserröhre *O* und *S* angebracht worden und auf senkrechten Drehungsachsen befestigt sind, welche durch die oberen Wände dieser Röhren gehen, dahin. Eine jede von diesen Achsen ist von einer kleinen Lederbüchse *W*, *W'* verbunden und hat an ihrem Ende einen gezahnten Sector *y*, der mit einer Schraube ohne Ende im Eingriff steht, welche ihrerseits mit einer Kurbel versehen ist. Will man nun die Geschwindigkeit des Aufganges von dem Kolben *P* verändern, so dreht man das Ventil *V*; ist es dagegen die Geschwindigkeit des Niederganges, welche verändert werden muss,

so wendet man sich zu dem Ventil V' der Hinterwasserröhre. Man verschliesst die Ventile, wenn man die Bewegung verzögern, und man öffnet sie, wenn man sie beschleunigen will. Das Admissionsventil wurde fast gänzlich verschlossen gehalten, als Herr Junker die Maschine beschrieb, weil sie nicht ihre ganze Kraft anwenden konnte, da nur erst ein Kunstsatz in den Schacht eingebracht, und der tiefere noch nicht im Betriebe war.

Nebeneinrichtungen. Die Stücke U und I haben den Zweck, den Lauf des Regulators RIK oben und unten zu beschränken. Wenn der Muff K an die obere Gränze seines Laufs gelangt, so müsste er, genau genommen, am Boden der ledernen Stopfbüchse H'' aufgehalten werden müssen; allein da die Bolzen, welche ihn auf den Gegenkolben I befestigen, in Folge des wiederholten Zusammentreffens beschädigt werden und nachgeben könnten, so hat man es für zweckmässiger gefunden, den Muff, dessen oberer Theil mit einem Deckel K' versehen ist, gegen die Querstange einer eisernen Säule treten zu lassen, welche auf dem Kranze H'' befestigt ist. Dieser Arm U ist zu grösserer Vorsicht mit einer blechernen Büchse versehen, welche aus zwei Theilen UU' besteht, die ineinander treten können, und in welchen sich ein elastisches Kissen von Leinen befindet.

Auf der andern Seite hat der Boden e^3 e^4 von dem Steuerungscylinder H in seiner Mitte einen Becher I, der stets mit Wasser gefüllt ist, und in den eine unter dem Kolben R angebrachte Stange bei'm Niedergange desselben tritt; das alsdann nur mit Mühe aus dem Becher entweichende Wasser wird ein hinlängliches Hinderniss, um die Bewegung des Steuerungskolbens ohne Stoss aufzuheben.

Ein ähnliches Mittel ist für den Treibcylinder in dem Falle angewendet, dass der Kolben P über den obern Rand des Röhrenhalses T, welcher die gewöhnliche Gränze des Laufs ist, hinausginge. Eine Büchse z, welche mit Schraubenbolzen auf der Mitte von dem Cylinderboden befestigt ist, nimmt alsdann einen bleiernen Kranz von demselben Durchmesser z' auf, der unter dem Kolben P und um seiner Stange befestigt ist, so dass die Bewegung ohne einen bemerkbaren Stoss aufhört. Uebrigens sind diese verschiedenen Einrichtungen weit eher Maassregeln der Vorsicht, als der Nothwendigkeit, und an vielen Maschinen, z. B., an den bayerischen, findet man sie daher nicht.

Soll die Maschine, z. B., nach einer Reparatur, wobei sie ganz entleert werden musste, wieder in Betrieb gesetzt werden, so würde die in allen Theilen des Apparats eingeschlossene Luft einen grossen Widerstand leisten, wenn man nicht leichte Mittel hätte, sich ihrer zu entledigen. Zwei hohle Schrauben, mit Oeffnungen an den Seiten, sind zu diesem Zwecke an dem Treibkolben angebracht, die eine an dem Puncte P, die andere kleinere, welche nicht abgebildet worden ist, an der Röhre o des Cylinders, welcher die kleinen Kolben $p\,p'$ enthält. Um der Luft Zeit zu geben, zu circuliren und soviel, als möglich, zu entweichen, lässt man die Kraftwasser nur sehr langsam einströmen; darauf verschliesst man die Oeffnungen, sobald sich das Wasser zeigt; bald darauf ist die Kraftwassersäule gefüllt, allein man muss auch die Hinterwasserröhre füllen, die nach dem Stollen ansteigt und deren Verbindung mit der Kraftwassersäule durch den Kolben R unterbrochen ist. Dieser Zweck wird mittelst der horizontalen gebogenen Röhre e' (Fig. 7, Taf. 56) erreicht, welche in ihrer Mitte einen Hahn hat, der die Röhre a^3, a^2, a^1, a, mit der Röhre e^2, e^3, Fig. 6, verbindet. Oeffnet man nun diese letztere, so geht das Wasser von Oben nach Unten und gelangt unter den

Kolben *R* und dringt in die Säule *S*, *S*. Dieselbe Röhre ist von Nutzen, wenn es darauf ankommt, denjenigen Theil der Wassersäule zu entleeren, welcher sich über den Stollen erhebt.

Endlich, um die Verbindung in einem Puncte und unter den Händen des Aufsehers mit allen Mitteln zu vervollständigen, welche im Stande sind, ihm die Handhabung seiner Maschine zu erleichtern, hat man die Kraftwassersäule mit der Steigröhre Ω^1, Fig. 1, Taf. 58, des Kunstsatzes in Verbindung gesetzt, indem man diese Steigröhre stets mit Wasser anfüllen muss, ehe man die ganze Maschine in Betrieb setzt.

Es ist die gekrümmte Röhre Ω^1, e^4, die zu diesem Zwecke dient; sie ist bei Ω^1 mit der Steigröhre verbunden und bei e^4 unter dem Boden e^3 und e^4 (Fig. 6, Taf. 56) des Steuerungscylinders, und zwischen beiden Puncten ist ein Hahn angebracht. Wir sahen bei Erwähnung der krummen horizontalen Linie e', wie das Wasser an diesen Ort geführt worden ist.

Wir reden hier nur des Gedächtnisses wegen von dem sechseckigen eisernen Rahmen, der oben auf dem Treibcylinder angebracht worden ist, indem sein Zweck weiter unten erklärt werden soll.

Liderungen der Kolben und Stopfbüchsen. Der Treibkolben ist mit zwei verschiedenen Liderungen versehen; die erste besteht aus 4 Scheiben oder Streifen von Leder, welche übereinander in einer schwalbenschwanzförmigen Spur am Umfange des Kolbens liegen; diese Scheiben sind darauf untereinander mittelst Nägeln mit versenkten Köpfen verbunden, und diese letzte Lederstärke steht nur 0,0015 Meter über dem Metallkörper des Kolbens hervor.

Die zweite Liderung besteht aus einer einzigen Lederscheibe, welche gegen den untern Theil des Kolbens mittelst einer kupfernen Scheibe und mittelst 24 Bolzen befestigt ist. Der äussere Rand der Lederscheibe, welcher über dem Kolben hinausgeht, ist zurückgeschlagen und rechtwinkelig umgebogen, um gegen die innere Oberfläche des Cylinders zu reiben, und um allen Durchgang des Wassers zu vermeiden. Die reibende Oberfläche hat nur 0,020 bis 0,025 Meter Breite.

Die Stopfbüchse am Boden des Cylinders, durch welche die Kolbenstange *x* geht, ist ebenfalls auf zweierlei Weise gelidert. Auf dem Boden hat man mehrere gehörig abgerichtete und genau kreisrunde Lederscheiben angebracht; es kommt alsdann ein dachröhrenförmig gebogener ringförmiger Lederstreifen von 0,03 Meter Tiefe, dessen Oeffnung nach dem Kolben zugedreht ist, und der zwischen zwei Kupferringen liegt. Diese Ringe sind von der einen Seite eben, allein damit das Leder die Form behalte, welche man ihm gegeben hat, so sind sie auf der andern Fläche gekrümmt; der eine von diesen Ringen ist convex und tritt in die Vertiefung des Leders, der andere ist concav, um es zu bedecken. Man füllt den übrigen Theil der Büchse mit neuen ebenen Lederscheiben; endlich wird das Ganze mittelst eines Deckels und 6 Schraubenbolzen zusammengepresst.

Eine ähnliche Liderung ist bei der Stopfbüchse *H''* des Steuerungscylinders, in denen *W*, *W'* der Moderatoren, sowie bei der des Gegenkolbens *J* angewendet; allein da die letztere dem Drucke des Wassers von zwei Seiten unterworfen ist, so hat man in demselben zwei rinnenförmig gebogene Lederscheiben eingelegt, die eine entgegengesetzte Richtung zu einander haben.

Die Liderung, welche die Oeffnung des kleinen Cylinders *i* verschliesst, ist viel einfacher; sie besteht aus einer einzigen Lederscheibe, die von ihrer Mitte nach Unten

zu umgekehrt ist, doch so, dass der umgekippte Theil höchstens 0,01 Meter beträgt und mittelst eines Deckels, der auf den Ohren des Cylinders aufgeschraubt ist, festgehalten wird.

Der kleine Kolben p', der gänzlich aus Zinn besteht, ist an seinem obern Theile ebenfalls mit einer Lederscheibe versehen, welche die ganze Liderung bewirkt. Der Kolben p besteht gänzlich aus Zinn, dessen Reibung gegen die Bronce stets sehr sanft ist; er könnte nicht mit Leder gelidert seyn, da er genöthigt ist, bei allen seinen Bewegungen durch den Röhrenhals o zu gehen.

Das Leder hat zu diesen verschiedenen Zwecken die bestimmten Formen durch einen starken Druck zwischen besondern Formen erlangt, nachdem man es in dem Wasser erweicht hat; dann hat man es, ehe es in die Maschine gelangte, stark mit thierischem Oel getränkt, welches den doppelten Zweck hat, ihm eine gewisse Steifigkeit bei seiner Berührung mit dem Wasser zu ertheilen, und die Reibungen sanfter zu machen.

Diese Liderungen, welche sehr wasserdicht sind, haben eine ausserordentlich lange Dauer, besonders, wenn es möglich ist, fortwährend die Körper, gegen die die Reibung stattfindet, gehörig geschmiert zu erhalten, wie diess der Fall bei dem Treibcylinder, bei seiner Kolbenstange und bei dem Muffe k der Fall ist*). Bei diesen verschiedenen Anwendungen hat dasselbe Leder bei einem ununterbrochenen Betriebe von mehr als drei Jahren gedient, ohne irgend ein Zeichen der Veränderung gegeben zu haben; nur die Liderung des Gegenkolbens hat nach einem $2\frac{1}{2}$jährigen Gebrauch erneuert werden müssen. Diese Beispiele, welche beweisen, wie vortrefflich das Leder bei der Construction der hydraulischen Apparate ist, beweisen auch die Vollkommenheit der Maschinen, in Beziehung auf die Reibung der festen Körper zwischen einander.

Es giebt an der Maschine nur zwei Theile, deren Ausführung besonders schwierig ist; es ist diess einerseits das System der Steuerungskolben R J K, und andern Theils das der Theile H, H', H''. Die Schwierigkeit besteht darin, dass die Achsen der verschiedenen Cylinder, aus denen ein jedes dieser Systeme besteht, genau zusammenfallen, sowie in der genauen Zusammenfügung der letztern miteinander. Man kann nicht genug auf die Nothwendigkeit einer genauen Ausführung halten, so dass eine grosse Freiheit der Bewegung in dem Steuerungsapparat entsteht; es ist diess eine absolute Bedingung der guten Wirkung und der Erhaltung der Maschine.

Aufstellung der Maschine. Einrichtung des Ganzen derselben. Die Figg. 1 u. 2, Taf. 58, stellen die Einrichtung des Ganzen der Wassersäulenmaschine zu Huelgoat dar. Zwei gänzlich gleiche Maschinen stehen, wie der Grundriss Fig. 2 zeigt, auf einer gusseisernen Brücke nebeneinander; die Brücke ruht auf Widerlagen von behauenen Steinen, die ihrerseits wiederum auf zwei unteren Gewölben stehen, die gegen das Gestein der Schachtstösse gestützt sind. Die Maschinen stehen nicht in der Sohle des Wasserlosungsstollens, sondern 14 Meter darunter, so dass das Wasser, welches den Kolben der Triebmaschine gehoben hat, und dasjenige des Kunstsatzes, der mit jener verbunden ist, durch den Niedergang der Kolben und des Gestänges ausgedrückt

*) Die Schmiere, welche zum Ueberzuge der Cylinder und der mit dem Leder in Berührung stehenden Stangen dient, besteht aus einem genauen, über dem Feuer gemachten Gemische von:

Schweineschmalz . . .	6	Seine Consistenz muss wie die des Honigs seyn.
Talg	5	
Baumöl oder Klauenfett	1	

worden ist, indem sie in eine Röhre vereinigt sind, welche sie auf dem Stollen 14 Meter über der untern Oeffnung der Hinterwassersäule ausgiesst. Die Kraftwasser werden durch eine Wasserleitung in einen Behälter geführt, der 60 Meter über der Stollensohle liegt; die auf den Kolben *P*, und um ihn zu heben, wirkende Kraftwassersäule, hat daher eine seigere Höhe von 74 Meter, und die Hinterwassersäule hat bei ihrem Steigen den Druck einer 14 Meter hohen Wassersäule zu überwinden*). Der Zweck dieser Aufstellung der Triebmaschine unter der Stollensohle ist der, dem Gewichte des Schachtgestänges der Kolbenstangen, und der Kolben, ganz oder theilweis, das Gegengewicht zu halten. Diese Art und Weise der Herstellung des Gleichgewichts ist den in Cornwall üblichen hydraulischen Balanciers analog; diese letztern Vorrichtungen bestehen aus Wassersäulen, enthaltend in Röhren, die zwischen den Wasserlosungsstollen und der Schachtöffnung stehen, und die mittelst ihres Drucks auf Taucherkolben wirken, die mit den Schachtgestängen, denen sie zum Theil das Gleichgewicht halten, verbunden sind. In einer jeden von den Maschinen, mit der wir uns hier beschäftigen, bringt der Druck einer 14 Meter hohen Wassersäule, die unter dem Kolben der Maschine wirkt, dessen Oberfläche nach Abzug des Querschnittes von der Kolbenstange, 0,8177 Quadratmeter beträgt, während des Niederganges von diesem Kolben, einen widerstehenden Druck von 11448 Kilogr. hervor; das Gewicht der hölzernen und eisernen Gestänge, welche die Kolben der Maschine und der Pumpe, deren Kolbenröhre 170 Meter tief, miteinander verbinden, beträgt 12000 Kilogr., so dass das hydraulische Gegengewicht für das Gewicht dieser Gestänge sehr passend ist. Wenn aber noch ein zweiter tieferer Satz in 230 Meter Teufe vorhanden seyn wird, so werden die Gestänge etwa 1600 Kilogr. wiegen. Das hydraulische Gegengewicht wird dann zu schwach, und es wird nöthig seyn, den Ueberschuss des Gewichts, der aus dieser Verlängerung der Gestänge erfolgt, durch ein anderes Mittel auszugleichen.

Hätte man übrigens einen Ueberschuss von Triebkraft, so könnte man dieses Gegengewicht entbehren, und den Niedergang des Gestänges durch eine Verengung der Ausströmungsöffnung verzögern.

Uebrigens sind die beiden Wassersäulenmaschinen und die beiden Kunstsätze gänzlich unabhängig voneinander; sie können gleichzeitig oder eine jede für sich betrieben werden.

Die Kraftwassersäule O^{I}, O^{2}, Fig. 1 u. 2, Taf. 58, liegen, wenn wir von der Maschine ausgehen, auf einer söhligen Strecke *M*, welche den Maschinenschacht von einem andern Schacht trennt, in welchem sich die Einfallröhren senkrecht zu dem obern Behälter erheben; der senkrechte und horizontale Theil der Säule ist durch eine krumme Röhre von 2,45 Meter Halbmesser verbunden. An ihrem obern Ende biegen sich die Einfallröhren von Neuem, um auf einer Länge von etwa 7 Meter die Sohle der horizontalen Strecke zu verfolgen, in welchem sich das Becken für die Speisewasser findet, die demselben durch eine Wasserleitung zugeführt werden. Sie gehen alsdann durch den gemauerten Damm, welcher das Becken auf der Seite des Einfallröhrenschachtes verschliesst, und krümmen sich nach Unten in das Becken, wo sie in einer Tiefe von mehreren Metern unter dem Wasserspiegel ausmünden. Die Kraftwasser treten demnach in den obern Theil dieser Röhren, wie in einen Heber, ein, eine Einrichtung, die angenommen worden ist, um es zu vermeiden, dass dichtere Körper,

*) Die Fallröhren der Wassersäulenmaschinen im Silbersegener Richtschachte zu Clausthal haben eine senkrechte Höhe von 611⅔ Fuss (etwa 200 Meter). H.

als das Wasser, welche ohnerachtet aller Sorgfalt, die man übrigens zur Reinigung dieser Wasser, ehe sie in das Becken eingeführt werden, anwendet, hineingelangen. Die Einfallröhren haben 0,38 Meter lichten Durchmesser; da nun der Treibkolben der Maschine einen Durchmesser von 1,028 Meter und, nach Abzug des Kolbenstangen-Querschnitts von 0,0133 Quadratmeter, 0,8177 Quadratmeter Oberfläche haben, so folgt daraus, dass die Geschwindigkeit des Wassers in den Einfallröhren gleich $\frac{8177}{1126}$, d. h., etwas mehr als 7 Mal grösser, als die des Treibkolbens, ist. Uebrigens is der Durchmesser von 0,38 Meter der Einfallröhren nur dadurch bestimmt worden, dass man diese Röhren vorräthig hatte und sie benutzen wollte.

Schachtgestänge. Die Kolbenstange einer jeden von diesen Wassersäulenmaschinen ist durch eine lange Linie von Gestängen mit dem Kolben eines einzigen Pumpensatzes verbunden, der jetzt in einer Teufe von 170 Meter angebracht worden ist, der aber später eine Teufe von 230 Meter unter der Stollensohle einnehmen wird. Dieser Satz ist der, von welchem wir schon weiter oben mit Hülfe von Fig. 2, Taf. 54, eine weitläufige Beschreibung gegeben haben. Der Kolben hat 0,45 Meter Durchmesser und, nach Abzug des Kolbenstangenquerschnitts, 0,14 Quadratmeter Oberfläche. Herr Junker hatte die Absicht, den Kolben eines jeden Satzes mit denen der Triebmaschine durch eine Linie schmiedeeiserner Stangen zu verbinden; allein besondere Gründe haben ihn bestimmt, für die erste Maschine, deren Bau sehr dringend war, hölzerne Gestänge anzuwenden; die Verzahnungen der Stücke dieser Gestänge sind durch 4 Eisenschienen befestigt, welche auf den 4 Flächen des Gestänges liegen und je zwei durch 13 Schraubenbolzen miteinander verbunden sind. Die hölzernen Stangen haben abnehmende Querschnitte von der Triebmaschine bis zu der Pumpe; die Stärken der Querschnittseiten betragen 0,27, 0,25, 0,23 und 0,21 Meter.

Die entsprechenden Stärken der Eisenschienen sind 0,032, 0,028, 0,024 und 0,020 Meter. Die gemeinschaftliche Breite aller Schienen ist 0,12 Meter. Die Bolzen haben 0,04 Meter Durchmesser. Die Länge der hölzernen Stangen beträgt 7 Meter zwischen den Mitten zweier aufeinander folgender Verbindungen. Die Verbindungen sind 1 Meter lang.

Die Art und Weise der Verbindung des Gestänges mit der Kolbenstange der Maschine, welche in *R*, Fig. 1, Taf. 58, dargestellt worden ist, besteht ganz einfach aus zwei starken Eisenstäben, welche das Cylindrische der Stange *X* umfassen, und durch welche, wie auch durch diese letztere, zwei Schliesskeile gehen. Unten sind diese Eisenstäbe an der ersten Stange der ersten Reihe mittelst 5 Bolzen befestigt. Zwei Schienen, welche gegen die beiden andern Flächen der Stange stark angeschraubt sind, haben den Zweck, das Spalten des Holzes durch die vorhergehenden Bolzen zu verhindern. Man ist auf dieselbe Weise verfahren, um die letzte Stange der vierten Reihe mit der Kolbenstange zu verbinden.

Die eiserne Stange *X* ist mit der Kolbenstange mittelst eines Muffs *l* und doppelter Schliesskeile verbunden.

Zweites Gestänge: Eiserne Ketten. Das eiserne Gestänge besteht aus einer ähnlichen Kette, wie die sind, welche man bei den Kettenbrücken anwendet, allein sie sind mit grösserer Sorgfalt ausgeführt. Es besteht aus einem Bündel von 4 Quadratstäben, von denen je zwei auf solche Weise miteinander verbunden sind, um zwei Ketten von zwei vollkommen ähnlichen und nebeneinander liegenden Stäben zu bilden, Fig. 1—4, Taf. 60.

Ein jedes von diesen Gestängen ist seiner Länge nach in gleiche Glieder getheilt, welche mittelst dreier Schienen vereinigt sind, durch welche zwei Hauptlöcher mit zwei Bolzen gehen, welche die Schienen und die Köpfe der Stäbe miteinander verbinden.

Diese zwei halben Ketten entsprechenden Gliederungen sind in ihrer Mitte durch zwei kleine eiserne Klammern verbunden, durch welche zwei Bolzen *b, b,* Fig. 3 u. 4, gehen. Auf diese Weise können diese Ketten nicht auseinander gehen, ohne dass sie jedoch ein unveränderliches Ganzes bilden; sondern sie behalten im Gegentheil das nützliche Vermögen, der Länge nach etwas verschiebbar zu seyn, sobald man den sie vereinigenden Klammern etwas Spielraum gelassen hat.

Ein jedes von diesen doppelten Gliedern umfasst, unabhängig von den 8 Stäben, von denen 4 und 4 einander gegenüber liegen, 6 Schienen, von denen je 3 durch 4 Haupt- und durch 2 kleine Bolzen verbunden werden, welche letztere den Klammern angehören.

Alle Glieder, mit Ausnahme der beiden äussersten, welche sich mit den beiden Kolbenstangen verbinden, haben die gleiche Länge von 3,503 Meter von Mitte zu Mitte zweier aufeinander folgender Glieder. Sie sind in 4 Reihen getheilt; in der obersten, der höchsten der Kette, haben die Querschnitte der Stäbe 0,049 Meter Seite: diese Dimension beträgt bei der zweiten nur 0,047 Meter, bei der dritten 0,045 Meter und bei der vierten 0,043 Meter. Die Schienen und Bolzen der Glieder folgen auch einer ähnlichen Abnahme; so haben die Hauptbolzen resp. 0,049, 0,047, 0,045, 0,043 Meter Durchmesser: jedoch behalten die kleinen Bolzen und ihre Klammern überall dieselbe Stärke.

Die letzten Glieder der vierten Reihe sind von den übrigen dadurch verschieden, dass sie nicht beweglich sind. Die Köpfe der Stäbe laufen in Quadrate aus, und sie werden zwischen den Schienen mittelst Schliesskeilen mit verstärkten Köpfen festgehalten, welche zu gleicher Zeit die kleinen Bolzen und Klammern der übrigen Glieder ersetzen und diesem Theile der Kette die erforderliche Steifigkeit gewähren. Es ist diese Verbindung in *D*, Fig. 5, Taf. 60, dargestellt.

Die Verbindung der äussersten Kettenglieder mit den Kolbenstangen bedarf keiner Erläuterung, wenn man einen Blick auf die Fig. 5 und 6, Taf. 60, für die untere, und auf Fig. 1 und 2 für die obere Verbindung *R* wirft.

Eine Kette, wie die soeben beschriebene, hat durchaus keine schwierige Anfertigung, wenn man die einzige Bedingung ausnimmt, dass die 4 Stäbe stets eine gleiche Spannung haben müssen.

Da die gleiche Spannung nur die Folge einer sehr sorgfältigen Ausführung aller Theile der Kette seyn kann, so wurden dem mit ihrer Anfertigung beauftragten Fabrikanten folgende Aufgaben gemacht:

1) Die Köpfe der mit der grössten Sorgfalt ausgeschmiedeten Stangen, sowie auch die Schienen, müssen kalt nach einem sehr genauen Modell durchbohrt werden.

2) Nachdem darauf die gleichen Stücke einer jeden Reihe, sowohl Stangen, als Schienen, aufeinander gelegt werden sind, lässt man einen Bohrer durch die entsprechenden Löcher gehen, bis dass sie alle nur eine und dieselbe fortlaufende und cylindrische Oberfläche von dem verlangten Durchmesser bilden.

3) Die Hauptbolzen müssen abgedreht und auch sorgfältig calibrirt seyn, um genau und ihrer ganzen Länge nach die cylindrischen Räume auszufüllen, welche durch

die Löcher in den Köpfen der Stangen und in den Schienen, durch welche sie gehen, gebildet worden sind.

Ausser dieser Sorgfalt und ausser mehreren anderen minder wichtigen Vorsichtsmaassregeln, die wir hier unberücksichtigt lassen können, konnte man auch noch, durch die Endverbindungen der Kettenglieder mit den Kolbenstangen, geringe Ungleichheiten zwischen den beiden halben Ketten, im Augenblicke des Aufhängens, verbessern. Endlich rechnete man auch auf die sehr ausdehnbare Beschaffenheit des sogenannten Seileisens, welches zu der Anfertigung der Ketten genommen worden war, und welches als Mittel angesehen werden konnte, um die letzten Ungleichheiten der Länge auszugleichen.

Die Dimensionen der Kette der Quere nach wurden in der Voraussetzung berechnet, dass jedes Quadratcentimeter des Durchschnitts gewöhnlich mit 550 Kilogr. belastet sey; allein sie musste eine Probebelastung von 1500 Kilogr. auf das Quadratcentimeter tragen, welches 12 Stunden hintereinander angehängt wurde, und welches die Elasticität des Eisens nicht verändern durfte.

Steigröhren des Kunstsatzes. Die Steigröhren von jedem der Sätze, welche bei dem Stücke Ω, Fig. 2, Taf. 54, beginnen und sich bis zu dem Stollen erheben, bestehen aus gusseisernen Theilen. Diese Säulen sind senkrecht bis in die Nähe der Wasserhaltungsmaschine. Hier mussten Kurbeln angewendet werden, um die Röhrenhälse der Maschine zu vermeiden. Jede Säule endigt in einem Ausguss Ω, Fig. 1, Taf. 58, welcher das Wasser auf dem Stollen ausgiesst. Die Röhren der emporsteigenden Säule haben von der Sohle bis zu 61 Meter unter dem Stollen 2,30 Meter Länge und 0,275 Meter innern Durchmesser. Ihrer Stärke nach sind sie in 5 Reihen getheilt, so dass dieselbe bei der untersten 0,056 Meter beträgt, und alsdann nach und nach gleich 0,048,0,040, 0,032 und 0,024 Meter wird. Die letzten 61 Meter bestehen aus Röhren von 2,60 Meter Länge, 0,38 Meter innerem Durchmesser und 0,027 Stärke, die man benutzt hat, weil man sie einmal vorräthig hatte.

Verbindung der Röhrensäulen. Die Verbindung besteht im Allgemeinen aus Kränzen mit Büchsen oder mit Einfügung von kupfernen Muffen, welche wir schon beschrieben haben, und welche in den Figg. 6, 7, u. 8, Taf. 54, abgebildet worden sind. Die Kranzverbindungen, mit oder ohne Büchsen, sind mittelst Hanfgeflechten, welche vorher in einem trocknenden Oele getränkt worden sind und die zwischen zwei Schichten von Kitt liegen, der aus Leinölfirniss, gebranntem Kalk und gehacktem Hanf besteht, welche man zwischen die Kränze legt, verdichtet. 5 Compensationsverbindungen mit Lederliderungen, ähnlich der über dem Ventilkasten angebrachten, Fig. 2, Taf. 54, befinden sich in jeder Steigsäule von 170 Meter Länge.

Verlust der Pumpe. Herr Junker hat es nachgewiesen, dass die Pumpe, wenn sie in gutem Zustande befindlich ist, oben auf dem Stollen ein Wasservolum ausgiesse, welches von dem durch den Kolbenlauf erzeugten nur um $\frac{1}{30}$ verschieden ist.

Vorsichtsmaassregeln gegen den Bruch der Pumpenstangen. Wir haben schon weiter oben die Mittel angegeben, welche man dazu anwendet, um die Geschwindigkeit der Pumpenstange zu vermindern und die Unfälle zu vermeiden, welche Gestängbrüche veranlassen würden. In diesem Falle würde der Treibkolben *P* der Maschine von Unten nach Oben durch den ganzen Druck der Kraftwassersäule, oder der Hinterwassersäule, jenachdem der Unfall während des Aufganges, oder während

des Niederganges des Kolbens sich ereignete, zurückgestossen werden. Statt dass man ihn nun bei seiner aufsteigenden Bewegung durch ein unübersteigliches Hinderniss aufzuhalten sucht, hat man die Einrichtung getroffen, dass er durch den obern Theil des Cylinders hinausgehen kann. Zu dem Ende hat man diesen mit einer Art von Gerüst oder Rahmen versehen, der aus 6 eisernen Säulen *y*, Fig. 6, Taf. 56, besteht, die oben durch einen eisernen Reif oder Kranz *y'* versehen sind. Dieser Rahmen würde den Kolben bei seinem Heraustreten aus dem Cylinder leiten; über demselben ist ein hölzernes Gerüst befindlich, welches gewissermaassen ein letztes Hinderniss gegen das Aufsteigen des Kolbens bildet. Uebrigens hat man die Kolbenstange lang genug gemacht, so dass der Verbindungsmuff *l* nicht gegen die Stopfbüchse am Boden des Treibcylinders stossen kann. Wenn demnach das Schachtgestänge zerbricht, so wird das in der Kraftwassersäule, oder in der Hinterwassersäule befindliche Wasser dem Tiefsten des Schachtes zufallen. Durch Verschliessung einer Klappe am obern Theile der Einfallröhren würde man das weitere Abfliessen der Kraftwasser verhindern. Es sind selbst Vorsichtsmaassregeln getroffen, damit im Fall einer Nachlässigkeit von Seiten des Maschinenwärters die Kraftwassersäule nicht mehr gespeis't würde, nachdem der Spiegel in dem obern Wasserbehälter um ein Gewisses gesunken wäre.

Der Nutzeffect des Wassergefälles hat noch nicht bestimmt werden können, und zwar aus dem Grunde, weil, da die ganze Triebkraft bis jetzt weit über der Last stand, welche der Hebung der Wasser durch die Kunstsätze entspricht, die Wirkung des Kraftwassers auf den Treibkolben dadurch gemässigt werden musste, indem man mittelst des Klappenventils *V W*, Fig. 6, Taf. 56, den Durchgang der Kraftwasser bedeutend verengte. Herr Junker schätzt den Nutzeffect auf 0,45 von der verbrauchten Kraft, allein er nimmt an, dass nach Vollendung der ganzen Maschine sich das Verhältniss auf 0,646 erheben würde, und diese Annahme wird durch die Resultate gerechtfertigt, welche mit Wassersäulenmaschinen in Bayern, am Oberharz, im sächsischen Erzgebirge und in Ungarn erlangt worden sind. Die Geschwindigkeit der Maschinen und Pumpenkolben wird von Herrn Junker, bei einem regelmässigen Betriebe zu 0,30 bei'm Aufgange, und zu 0,70 bei'm Niedergange der Kolben in der Minute angenommen. Diese letztere Geschwindigkeit wird durch den Gewichtsüberschuss der Gestänge und der Kolben über die von dem Maschinenkolben gehobene Wassersäule und über die andern Gegengewichte bestimmt.

Dampfmaschinen. Man kann zum Betriebe der Kunstsätze Dampfmaschinen von verschiedenartiger Construction anwenden, sowohl einfach als doppelt wirkende. Einfach wirkende Maschinen, von mittlerm Druck, mit Expansion und Condensation, bei denen die letzten Vervollkommnungen angebracht sind, wie sie zuerst bei den Cornwalliser Maschinen angewendet wurden, haben einen so grossen Vorzug vor allen übrigen Wasserhaltungsmaschinen, dass wir hier davon eine vollständige Beschreibung geben werden.

Kessel. Die Taf. 59 stellt die Maschine von 80 engl. Zoll (2,032) Durchmesser dar, welche auf einem Schachte der consolidirten Gruben bei Retruth in der Grafschaft Cornwall aufgestellt worden ist. Sie kann den Dampf aus 3 Kesseln erhalten, welche nur in dem Falle zusammen im Betriebe sind, in welcher die Maschine mit ihrer ganzen Kraft wirken muss. Jeder dieser Kessel besteht aus einem blechernen Cylinder mit einer innern Röhre, in welcher der Rost angebracht ist. Die gemein-

schaftliche Länge des Kessels und der Röhre beträgt 10,973 Meter. Der äussere Durchmesser des Kessels beträgt 2,133 Meter; die Blechstärke 11 Millimeter; die Entfernung von dem niedrigsten Puncte der Röhre bis zum untersten Puncte des Kessels 0,203. Der Röhrendurchmesser ist gleich 1,22 Meter. Der am vordern Theile angebrachte Rost dehnt sich auf eine Länge von 1,22 Meter aus; am Ende des Rostes verschliesst eine Mauer von Ziegelsteinen den untern Theil der Röhre und erhebt sich bis auf 0,23 Meter unter den höchsten Punct des Cylinders. Die Flamme und die warme Luft gehen durch diese Enge, durchströmen die ganze Länge der Röhre, gelangen zum Vordertheile des Kessels zurück, gehen unter demselben weg in eine 1,22 Meter breite und 0,51 Meter hohe Leitung und strömen alsdann durch Seitencanäle nach der am hintern Theile angebrachten Esse. Der den Rost enthaltende Theil der Röhre wird durch eine aufwärtsgehende Schiebethür mit Gegengewicht verschlossen, die der Heizer bloss dann öffnet, wenn er schüren muss. Auf diese Weise dringt alle zur Verbrennung erforderliche Luft durch den Aschenfall und durch den Rost ein. Die einzige Esse, welche den Rauch von 3 Kesseln aufnimmt, ist ein nicht bedeutend hoher kegelförmiger Thurm, jedoch von bedeutendem Querschnitt. Es scheint, dass die englischen Ingenieure es erkannt haben, dass die cylindrischen Kessel ohne innere Röhren und selbst ohne Seitencanäle für die Brennmaterialersparung ebenso günstig seyen, als die mit innerer Röhre. Diess ist wenigstens die Meinung des Herrn John Taylor, in dessen Fabrik die Maschine erbaut wurde, welche neuerlich bei den Braunkohlenbergwerken des Rocher bleu, im Departement der Rhonemündungen, aufgestellt worden ist. Ich komme jetzt auf die Maschine der consolidirten Gruben zurück, indem ich es mir vorbehalte, später einige Details über die Dampfkessel im Allgemeinen zu geben.

Das Ganze der Maschine. Die Fig. 1, Taf. 59, ist ein Aufriss der Maschine. Die Fig. 2 ist ein Grundriss davon. Diese Figuren zeigen die Einrichtung des Cylinders, des Balanciers, des Schachtgestänges, der Ventile, der Luftpumpen und der Speisepumpen.

Die Fig. 7, Taf. 60, ist ein Grundriss des Cylinders und der Ventile, wodurch die Admission des Dampfes regulirt wird; man hat dabei alle übrigen Maschinentheile weggelassen, namentlich die, durch welche das Spiel der Pumpen bestimmt wird.

Die Fig. 8, Taf. 60, ist ein Durchschnitt des Cylinders und seines Kolbens, nach einer senkrechten Ebene, welche durch die Achse des Cylinders geht.

Die Figg. 9, 10 und 11 sind Durchschnitte durch senkrechte Ebenen von den Ventilen der Maschine. Sie geben die Gestalt und die Dimensionen dieser Stücke an.

Um die Figg. 1 u. 2, Taf. 59, nicht zu überladen, haben wir keine Buchstaben auf diejenigen Theile des Apparats gesetzt, welche keine bemerkenswerthe Eigenthümlichkeit darbieten. So bemerkt man die Stücke des Parallelogramms, an dessen einem Ende die Kolbenstange befestigt ist. Der Steuerungsbaum *P*, welcher das Einströmen des Dampfes und das Spiel der Ventile regulirt oder steuert, ist ebenfalls an einem Puncte aufgehängt, welcher eine senkrechte Linie beschreibt. Diese Einrichtungen unterscheiden sich in Nichts von denjenigen, welche allgemein bekannt und angenommen worden sind.

Dieselben Buchstaben bezeichnen übrigens auf den Figg. 1 u. 2, Taf. 59, gleiche Gegenstände. *a*, Gehäuse, mit einem Ventil, dessen Oeffnung während des Spiels der Maschine stets dieselbe bleibt. Man nennt es *governor valve*, Mässigungsventil; es

ist den Ventilen gleich, welche bei den rotirenden Maschinen gewöhnlich mit einem conischen Pendel verbunden sind. Der Durchschnitt dieses Ventils und seines Gehäuses ist in *a*, Fig. 10, Taf. 60, dargestellt. Es ist im Bereich des Maschinenwärters, der es mehr oder weniger heben kann.

b, Gehäuse des Admissionsventils, *top steam valve* genannt, liegt zwischen dem vorhergehenden und dem obern Theile des Cylinders. Dieses Gehäuse steht mit *a* in Verbindung, sowie es der senkrechte Durchschnitt, Fig. 10, Taf. 60, andeutet, welcher die Form des Ventiles zeigt.

c, Gehäuse des Gleichgewichtventils (*equilibrium valve*). Es ist am obern Theile eine Röhre *T* angebracht, die mit dem untern Theile in Verbindung steht und auch mit dem obern Theile des Cylinders verbunden ist. Wenn das Ventil, welches es umschliesst, geöffnet ist, so sind die beiden durch den Kolben geschiedenen Theile des Cylinders durch die Röhre *T* verbunden. Die Fig. 9, Taf. 60, ist ein senkrechter Durchschnitt des Gehäuses von dem Gleichgewichtsventil und der Röhre *T*.

E, Gehäuse des Entleerungsventils (*exhaustion valve*); das Innere dieses Gehäuses steht mit dem untern Theile des Gehäuses in Verbindung, und wenn das Ventil geöffnet ist, so ist der untere Theil des Cylinders in Verbindung mit dem Condensator *H*, durch die Röhre *T'*, gesetzt. Die Fig. 11, Taf. 60, ist ein senkrechter Durchschnitt des Gehäuses und des darin enthaltenen Ventils. *R*, *R*, Luftpumpen, deren die Maschine zwei hat, wie man aus dem Grundrisse, Fig. 2, Taf. 59, ersieht.

S, Theil von dem Schachtgestänge.

s, Luftpumpenstange.

X, Speisepumpe, eine Saug- und Druckpumpe.

s', Speisepumpenstange.

Y, Saugerohr der Pumpe *X*.

Z, *Z*, Enden von den Röhren, durch welche das von dem Kolben ausgedrückte Wasser den Kesseln zugeführt wird.

M, vordere Mauer des Maschinengebäudes, auf welcher die Balancierzapfen ruhen.

N, Mauerwerk, auf welchem der Cylinder mittelst langer Schraubenbolzen, welche durch dasselbe gehen, befestigt worden ist.

C, Cataract oder Hubzähler genannter Apparat, mittelst welchem man, nach Erfordern, die Anzahl der Kolbenhübe in einer gegebenen Zeit regulirt.

A, sogenannter Fangapparat an dem Balancierende, auf der Seite der Kolbenstange. Ein Querriegel von Holz oder von Eisen, der horizontal daran befestigt ist, stützt sich, wenn der Kolben ganz in der Nähe des untersten Punctes seines Laufs ist, auf 2 Stücken Holz *B*, welche auf dem Balken angebracht sind, zwischen denen sich der Balancier bewegt. Diese Stücken *B* federn, und verhindern einen Stoss des Kolbens gegen den Cylinderboden. Der Maschinenwärter wird durch diesen Stoss benachrichtigt, dass er die bei jedem Kolbenhube eingelassene Dampfmenge vermindern müsse. Zuweilen berührt der an *A* befestigte Riegel eine Glocke, ehe er an die Stücke *B* stösst. Wird diese Glocke nicht berührt, so ist diess für den Maschinenwärter ein Zeichen, dass der Kolben bei seinem Niedergange nicht seinen ganzen Hub gemacht habe.

Ehe wir eine specielle Beschreibung von dem Spiele der Maschine und von den Mechanismen geben, welche die Ventile öffnen und verschliessen, ist es nothwendig,

die Construction derselben kennen zu lernen. Wir müssen uns zu dem Ende auf die Figg. 9, 10 u. 11, Taf. 60, beziehen.

Das Mässigungsventil (*governor valve*), Fig. 10, ist ein gewöhnliches Kegel- oder Schalenventil. Die von den Kesseln kommende Dampfröhre verzweigt sich auf die Oeffnung 1, und der Dampf dringt durch eine Oeffnung, welche man durch die grössere oder geringere Hebung des Ventils 2 grösser oder kleiner macht, in das Gehäuse *a*. Von da aus verbreitet sich der Dampf in das Gehäuse *b* des Admissionsventils 3; ist dasselbe geöffnet, so durchströmt er es und gelangt durch die Oeffnung 4 durch den obern Theil des Cylinders. Ein Blick auf die Figg. 9, 10 u. 11 zeigt, dass die 3 Ventile, das Admissions-, Gleichgewichts- und Entleerungsventil, gleiche Formen haben und sich nur durch ihre Dimensionen unterscheiden. Es ist demnach hinreichend, nur ein einziges, z. B., das Entleerungsventil, Fig. 11, welches das grösste von allen ist, zu beschreiben. Die Fig. 12 ist ein horizontaler Durchschnitt dieses Ventils. Die schraffirten Theile zeigen die durchschnittenen Theile des Gehäuses. Das Ventil besteht ganz aus Bronce, die Stangen jedoch aus Schmiedeeisen. Es besteht aus zwei Theilen, aus einem festen *d* und aus einem andern *i i*, der beweglich und mit der Stange *t* verbunden ist. Der Theil *d* ruht mit seiner Peripherie auf einem polirten Sitze, welcher sehr genau abgeschmirgelt ist, auf welchem er mittelst einer untern Querstange *k* und mittelst der Bolzen *h, h* befestigt ist, deren Muttern in den untern Theile der Querstange *k* eingelassen sind. Sie hat die Form eines hohlen Cylinders, welcher oben in eine ebene Fläche endigt, unten offen, und dessen cylindrische Wand durchbrochen ist, d. h., aus kleinen Stäben besteht, welche durch grössere offene Räume getrennt sind. Die massiven Theile oder Seiten sind oben und unten mit zwei vollen Ringen verbunden, welche den Rand von dem Deckel des Cylinders und den Fuss bilden, womit er auf dem Sitz aufruht; um die massiven Theile der cylindrischen Oberfläche zu verstärken, sind sie mit den Scheidern verbunden, welche nach der Achse des Cylinders laufen. Die Bolzen *h, h* sind in einer cylindrischen Höhlung verbunden, welche in zweien von diesen, zu dem Ende verstärkten Scheidern angebracht sind. Es folgt aus dieser Construction, dass, wenn der bewegliche Theil weggenommen wäre, der das Gehäuse *E* ausfüllende Dampf frei durch die Oeffnungen des festen Theils eindringen würde.

Der bewegliche Theil *i, i* ist ein hoher fester Körper von ringförmiger Gestalt, welcher oben und unten offen ist. Mit der Stange *t* ist er durch zwei, ein Kreuz bildende Stäbe, wie *b, b*, welche hoch, aber schmal sind, und viel Dampf durchlassen, verbunden. Wenn dieser Theil nicht gehoben ist, so ruht er auf dem festen Theile mittelst zweier Theile conischer Oberflächen *s s, s' s'*, welche gleiche Oberflächen bedecken, die an dem obern und untern Umfange des festen Theils befindlich und sehr sorgfältig polirt sind. Zwischen diesen nur sehr schmalen Theilen von conischen Oberflächen ist der bewegliche Theil *i, i* erweitert, so dass sein innerer Umfang nur den äussern Umfang des festen Stücks mittelst der beiden conischen Oberflächen *s s* und *s' s'*, berührt. Wenn demnach das bewegliche Stück auf das festliegende fällt, und die Oberflächen *s s, s' s'* in Berührung mit ihren Sitzen stehen, so kann der in *E* befindliche Dampf nicht durch das Ventil strömen; folglich findet keine Verbindung zwischen dem untern Theile des Cylinders und dem Condensator statt. Wenn man aber den beweglichen Theil hebt, sowie es auf Fig. 11 angegeben ist, so dass die conischen Oberflächen *s s, s' s'* ihre Sitze verlassen, so dringt der Dampf sofort durch den obern Theil des beweglichen Stücks ein, strömt in die

Erweiterung desselben und durch die durchbrochene Oberfläche des festen Theils, während er zu gleicher Zeit unmittelbar in das Innere desselben festen Theils durch die leeren Räume eindringt, welche der untere Theil des beweglichen Stücks *ii* durch die Hebung offen gelassen hat.

Die Stange *t* geht übrigens durch den Deckel des Ventilgehäuses *E*, welches zu dem Ende mit einer Stopfbüchse versehen ist.

Die Erfindung dieser Ventile rührt von Herrn Hornblower, einem sehr geschickten Cornwalliser Ingenieur, her. Sie werden ausschliesslich bei den neuen Wasserhaltungs-Dampfmachinen angewendet; sie gewähren den Vortheil, dem Dampfe sehr weite Durchgänge zu gestatten, ohne dass zu ihrer Hebung, ohnerachtet des ungleichen Drucks von dem Dampfe auf beiden Seiten, sehr schwere Gegengewichte erforderlich wären. Neuerlich sind diese Ventile auch, wie wir bereits weiter oben sahen, von den Herren Harvey und West, mit einigen Abänderungen, auf die Druckpumpen angewendet worden.

Die Fig. 8, Taf. 60, zeigt, dass der Cylinder von einem Mantel oder von einem zweiten Cylinder umgeben ist; der leere Zwischenraum steht mit dem Kessel in Verbindung und wird voll Dampf mit der Temperatur, in welcher er erzeugt worden ist, erhalten. Der Deckel und der Boden des Cylinders sind ebenfalls doppelt. Der Raum zwischen dem Mantel und dem Cylinder ist mit dem Dampfe im Kessel durch eine Röhre in Verbindung gesetzt, welche in den obern Theil dieses Raums ausläuft. Das Condensationswasser in dem Mantel fliesst zu dem Wasser durch eine Röhre zurück, welche von dem untern Theile des Mantels nach dem Kessel unter dem Wasserstande geht. Die beiden Röhren werden während der ganzen Zeit offen erhalten, in welcher die Maschine im Betriebe ist. Der Kolben, der in Fig. 8 im Durchschnitte dargestellt worden ist, ist mit einer Hanfliderung versehen, welche oben mit Hülfe eines Kreises zusammengedrückt wird, der aus rechtwinkelig gebogenen Segmenten besteht und durch Schrauben angezogen wird, welche sich auf gekrümmten Bolzen drehen, die in der Gusseisenstärke eingelassen sind.

Spiel der Maschine. Wir kommen auf die Figg. 1 u. 2, Taf. 59, zurück, um das Spiel der Maschine zu erläutern; wir lassen das Mässigungsventil *a* zuvörderst ganz unberücksichtigt, indem dessen Oeffnung constant ist. Der treibende Dampf wirkt auf den Kolben, um ihn niederzudrücken. Er hebt alsdann mit Hülfe des Balanciers das Schachtgestänge. Während dieser Bewegung ist das Exhaustionsventil *E* geöffnet, so dass der untere Theil des Cylinders in Verbindung mit dem Condensator steht. Wenn der Kolben niederzugehen beginnt, so ist das Ventil *b*, durch welches die Dämpfe einströmen, durch die Einwirkung des Cataracts *C* geöffnet. Der Kolben sinkt; sobald er einen Bruch durchlaufen hat, der $\frac{1}{8}$ bis $\frac{1}{4}$ seines Laufs beträgt, so schliesst der Steuerungsbaum *P* das Admissionsventil, und der übrige Theil des Laufs wird unter dem abnehmenden Drucke des sich ausdehnenden Dampfes vollendet; wenn der Kolben am untersten Puncte seines Laufs ist, so verschliesst der Steuerungsbaum die Exhaustionspumpe *E* und öffnet das Gleichgewichtsventil *c*. Das Gewicht des Schachtgestänges veranlasst den Aufgang des Kolbens, der alsdann auf seinen beiden Flächen mittelst des Dampfes gleichen Druck erleidet, und indem er zu gleicher Zeit das Wasser in den Steigröhren im Schachte in die Höhe drückt. Am Ende der aufgehenden Bewegung verschliesst der Steuerungsbaum *P* das Gleichgewichtsventil, und der Kolben bleibt so lange in Ruhe, bis dass der Cataract nacheinander das Exhaustions- und

das Admissionsventil öffnet. Auf diese Weise sind stets zwei aufeinander folgende Kolbenhübe durch einen Zwischenraum der Ruhe getrennt, dessen Dauer mittelst des Cataracts, nach Belieben, regulirt werden kann, sowie wir es sogleich erklären wollen.

Cataract. In Fig. 1 ist der Kolben auf dem höchsten Puncte seines Laufs, und alle Ventile sind, mit Ausnahme des Mässigungsventils *a*, verschlossen. Der Cataract *C*, Fig. 1 u. 2, besteht aus einer kleinen Kolbenröhre *pp*, welche in einem mit Wasser gefüllten Kasten steht. In dieser Kolbenröhre bewegt sich ein massiver Kolben, dessen Stange durch Gliederung mit einem Arme *l* verbunden, der an einer horizontalen Welle *NN* befestigt ist. Auf derselben Welle sind befestigt, eines Theils ein Stück Eisen *M* am Ende eines langen Hebelarms, welches übrigens von der Welle entfernt, oder derselben genähert werden kann; andern Theils ein langer Hebel L, der dicht an dem vordern Theile des Steuerungsbaumes *P* durchgeht, und der von Oben nach Unten durch die Knagge *Q*, welche an diesem Baume befestigt ist, niedergedrückt wird, wenn der Steuerungsbaum abwärts geht. Endlich ist ein Arm *l'*, der ebenfalls an der Welle *NN* sitzt, mit einer langen, senkrechten Stange von Schmiedeeisen verbunden, welche senkrecht hinter den Steuerungsbaum und horizontal unter den Stücken *y* und *y'* angebracht ist, so dass man sie in der Abbildung nicht sehen kann. Diese Stange, welche in Rahmen geleitet wird, die an Maschinentheilen befestigt worden sind, hebt bei'm Aufgange: 1) das Stück *y*, Fig. 1, welches sich um eine horizontale Achse *a* dreht; 2) das Stück *y'*, welches sich um um eine horizontale Achse *a'* bewegt. Wenn die Knagge Q bei'm Niedergange des Steuerungsbaums auf den Hebel *L* drückt, so senkt sich die durch den Hebel *i'* gehaltene Stange. Der Cataractkolben, sowie das Eisenstück *M* heben sich aber. Der Kolben saugt das Wasser aus dem Kasten an, welches durch ein Ventil geht, die in der horizontalen Röhre am untern Theile der Kolbenröhre angebracht worden ist, und welches Ventil sich von Aussen nach Innen öffnet. Wenn sich der Steuerungsbaum hebt, so übt das Eisenstück *M* mittelst des Cataractkolbens einen Druck auf das eingeführte Wasser aus. Da dieses nun nicht mehr durch das Eingangsventil dringen kann, so strömt es durch eine mit einem Hahne versehene Oeffnung in der Seite aus, den man mehr oder weniger öffnet, jenachdem der Kolben schneller, oder langsamer hinabgehen soll. In dem Maasse, als der Kolben sinkt, hebt der Hebel *l'* die senkrechte Stange, welche bei einer aufsteigenden Bewegung zuvörderst das Stück *y* hebt, und einige Secunden darnach das Stück *y'*. Es ist in dem Augenblicke, in welchem dieses letztere gehoben wird, dass der Dampf aus dem Kessel auf den Kolben strömt, der alsdann seinen Niedergang beginnt. Einige Secunden vorher hatte der Cataract, durch Hebung des Stückes *y*, das Exhaustionsventil losgehakt und dem Dampfe, welcher den Cylinder füllte, und der bei dem vorhergehenden Hube gewirkt hatte, einen Weg nach dem Condensator eröffnet.

Man sieht demnach, dass, wenn man will, dass die Kolbenhübe der Maschine ohne Ruhezwischenräume aufeinander folgen sollen, man die Oeffnung des Catarachahns so reguliren müsse, dass die senkrechte Stange, welche sie bewegt, das Stück *y* unmittelbar darauf erhebt, nachdem der Kolben seinen höchsten Stand erreicht hat. Braucht man dagegen nur eine geringe Anzahl von Kolbenhüben in einer gegebenen Zeit, so wird man den Cataracthahn um so mehr verschliessen; die Ruhezwischenräume zwischen zwei aufeinander folgenden Kolbenhüben werden demnach nach Belieben regulirt.

Spiel der Ventile. Das Spiel der Ventile lässt sich nun jetzt leicht erklären. Die senkrechte Cataractstange hebt bei ihrem Aufgange zuvörderst das Stück *y*, Fig. 1;

sie hakt dadurch ein an der Stange τ hängendes Gegengewicht los. Die horizontale Welle, an welcher der Griff *m*, Fig. 1 u. 2, befestigt ist, dreht sich, und das Exhaustionsventil wird mittelst Stangen gehoben, die durch Gliederungen λ^1, λ^2, λ^3 mit der Welle ν und mit dem Gabelhebel oder mit dem Bügel φ an dieser Welle befestigt sind. Der den Cylinder ausfüllende Dampf ist alsdann verdichtet, allein der Kolben geht nur um einige Centimeter herab. Die Cataractstange, welche sich zu erheben fortfährt, hebt bald darauf das Stück *y'* und hakt auf diese Weise das Gegengewicht los, welches an der τ' aufgehängt ist. Die horizontale Welle μ μ, Fig. 2, an welcher zwei gekrümmte Eisen σ, σ, Fig. 1, befestigt sind, die miteinander den Steuerungsbaum *P* umfassen, drehen sich und heben das Admissionsventil mittelst der durch Gliederung miteinander verbundenen Stäbe λ'^1, λ'^2, λ'^3 der horizontalen Welle μ' und des Hebels φ', Fig. 2. Alsdann geht der Kolben durch den Dampfdruck nieder. Bemerken wir, dass die Stücke σ, σ, Fig. 1, welche durch die Welle μ μ, Fig. 2, bewegt werden, welche eine Viertelumdrehung gemacht hat, sich alsdann in einer rechtwinkeligen Stellung von der in der Figur angegebenen befinden; sie umfassen alsdann den Steuerungsbaum *P*, welcher zu gleicher Zeit mit dem Kolben niedergeht.

Wenn letzterer $\frac{1}{8}$ bis $\frac{1}{4}$ seines Laufs vollendet hat, so drücken die Leisten 1, Fig. 1, die an zwei Seiten mit der Steuerungstange verbunden sind, gegen die Hebel σ, σ und schliessen das Admissionsventil, indem sie das an der Stange τ' sitzende Gegengewicht wieder emporheben. Es muss bemerkt werden, dass die Hebel σ, σ, während des Niederganges der Steuerungsstange sich an die hintere Seite der langen Leisten *t* legen, so dass dieselben das Ventil geschlossen erhalten, bis dass das Stück *Q* den Hebel *L* genug niedergedrückt hat, um die senkrechte Stange des Cataractes niedergehen zu lassen und auf diese Weise dem Stück γ', welches auf dem Ende dieser Stange ruhte, zu gestatten, wiederum die horizontale Stellung anzunehmen, die es in Fig. 1 hat und das Gegengewicht mittelst des Aufhalters oder Daumens aufzuhalten.

Der Kolben fährt alsdann durch die sich ausdehnenden Dämpfe wieder zu gehen fort. Wenn er seinen Lauf fast vollendet hat, so drückt die an der Steuerungsstange sitzende Leiste *t'* gegen den alsdann emporgehobenen Hebel *m*, führt ihn in die auf Fig. 1 angegebene Stellung zurück, schliesst das Entwickelungsventil und hält das Gegengewicht τ an dem Stück *y* mittelst des Daumens γ auf. Zu gleicher Zeit lös't ein an einer Welle mit dem Hebel *m* sitzender Daumen mittelst eines Mechanismus, der nicht abgebildet, der aber denen derselben Art bei gewöhnlichen Maschinen analog ist, das am Ende der Stange τ'' befindliche Gegengewicht. Durch die Wirkung desselben dreht sich die Welle μ'' μ'', an welcher der Hebel *n* sitzt. Durch Drehung dieser Welle wird, mittelst der durch die Glieder λ''^1, λ''^2, λ''^3 vereinigten horizontalen Achse ν', ν' und des Hebels φ'', das Gleichgewichtsventil gehoben. Der Kolben geht alsdann durch die Schwere des Schachtgestänges in die Höhe. Hat er bald seinen höchsten Stand erreicht, so hebt die Leiste *t''* den Hebel *n* in die Höhe, führt ihn zu der in Fig. 1 angegebenen Stellung zurück und schliesst auf diese Weise das Gleichgewichtsventil. Der Kolben bleibt, während alle Ventile geschlossen sind, in der ruhenden Stellung, in welcher ihn unsere Abbildungen darstellen, bis dass die mittelst des Cataracts emporgehobene senkrechte Stange die Exhaustions- und die Admissionsventile von Neuem schliesst.

Mittel, den Verbrauch der Dämpfe zu reguliren. Der Maschinenwärter, der mittelst des Cataractes den Zeitraum, welcher zwei Kolbenzüge voneinander

trennt, verschieden einrichten kann, ist auch im Stande, indem er die Leiste *t* an der Steuerungsstange verschiebt, den Zutritt der Dämpfe aus dem Kessel zum Cylinder zu vermehren oder zu vermindern. Diese Leisten müssen eine solche Stellung haben, dass das über dem Balancier angebrachte Querstück *A* bei jedem Kolbenzuge die elastischen Stücke *B* ohne Stoss berührt, welches etwas eher erfolgt, als der Kolben auf dem Cylinderboden anlangt. Der Maschinenwärter kann auch noch, ohne die Länge des Laufs zu verändern, nach welcher das Admissionsventil verschlossen ist, den Aufwand von Dämpfen vermehren oder vermindern, indem er das Regulatorventil mehr oder weniger öffnet, welches sehr leicht mittelst der senkrechten Stange geschieht, die er durch die Schrauben *e* und *j* höher oder niedriger stellt. Das Ende dieser Stange hebt den Hebel *k* und folglich die Stange *f* des Ventils *a*, mittelst der Welle *i i* und des an derselben befindlichen Hebels. Es geschieht stets mittelst des Regulatorventils, dass der Maschinenwärter in jedem Augenblicke die Bewegung der Maschine reguliren kann. Er muss sehr aufmerksam darauf seyn, nicht zuviel Dämpfe zuströmen zu lassen, indem dadurch, dass der Kolben am Ende seines Niederganges noch eine zu bedeutende Geschwindigkeit besitzt, Brüche des Cylinderbodens durch heftige Stösse veranlasst worden sind.

Wir werden später sehen, dass die Dauer eines jeden Kolbenzugs auch unabhängig von dem Zeitraume zwischen zwei aufeinander folgenden Kolbenzügen ebenfalls veränderlich ist, und dass man die Geschwindigkeit des Kolbens im Verhältnisse zu der Menge der Grundwasser in der Grube einrichten kann. Obwohl die Abbildungen und alle Theile der Maschine sehr genau nach dem Maassstabe aufgetragen worden sind, so glauben wir doch, dass es von Nutzen und bequem seyn wird, die wesentlichsten Dimensionen hier in Zahlen anzugeben. Alle Maasse sind die Englischen und das Gewicht ist das *avoir du poids*.

Der Druck der Dämpfe in den Kesseln wird durch kein Manometer angegeben, allein man nimmt an, dass sie fast gleich 25 Pfunden auf den Quadratzoll über dem atmosphärischen Drucke seyen, welches $2\frac{2}{3}$ Atmosphären correspondirt. (Eine Atmosphäre wird bekanntlich durch den Druck von 15 Pfd. auf einen Quadratzoll Oberfläche ausgedrückt.) Um Wärmeverlust zu vermeiden, ist der Cylinder gänzlich von einem hölzernen Gehäuse oder einem Cylinder umgeben, der zwischen sich und dem gusseisernen Mantel einen ringförmigen Raum von 12 Zoll Weite, der gänzlich mit Sägespänen angefüllt ist, lässt. Der Cylinderdeckel ist ebenfalls mit einer Schicht von derselben Materie bedeckt und die gusseisernen Dampfleitungsröhren sind auch von quadratischen Kästen umschlossen, die ebenfalls Sägespäne enthalten. Es geht auf diese Weise sehr wenig Hitze verloren, und die Temperatur ist in dem Maschinengebäude nicht höher, als in einem gewöhnlichen Zimmer.

Hauptdimensionen. Der Kolbenhub beträgt 11 Fuss; seine Stange ist mit dem Schachtgestänge durch einen gusseisernen Balancier, der 25 Tonnen wiegt, verbunden. Die Arme des Balanciers sind ungleich; der, an welchem der Kolben der Maschine hängt, ist $18\frac{3}{4}$ Fuss lang, der andere, an welchem das Schachtgestänge befestigt ist, nur 14 Fuss. Es folgt daraus, dass der Hub des Schachtgestänges und der Pumpenkolben nur 8 Fuss 2 Zoll betragen. Direct gemessen, beträgt er nur 8 Fuss.

Die Röhren und Ventile gewähren den Dämpfen sehr weite Durchgänge; so hat die zum Condensator gehende Röhre 2 Fuss und die Röhre, welche die Räume im Cylinder über und unter dem Kolben verbindet, 18 Zoll im innern Durchmesser.

Die Durchmesser der Exhaustions- und Gleichgewichtsventile sind beiderseits diesen Röhren gleich. Dagegen ist der Durchschnitt des Ventils, durch welches die Dämpfe in den Cylinder gelangen, weit geringer und nur einem Kreise von 10 Zoll Durchmesser gleich. Der Eingang der Dämpfe kann auch ausserdem noch durch das Regulatorventil, welches der Heizer handhabt, verengt werden.

Die Construction dieser Ventile ist dadurch sehr bemerkenswerth, dass ungeachtet des ungleichen Drucks auf beide entgegengesetzte Seiten sehr wenig Kraft erforderlich ist, um sie zu öffnen. Um den umgebenden Muff zu heben, ist es wirklich hinreichend, den Druck der Dämpfe auf eine kreisförmige Oberfläche von fast 1 Zoll Stärke und von einem Durchmesser zu überwinden, der dem den Dämpfen geöffneten Durchgange gleich ist. So hat bei dem Entleerungsventile der Ring, auf welchen der zu überwindende Druck ausgeübt wird, nur 75 Q.-Zoll Oberfläche, während der den Dämpfen geöffnete Durchgang 432 Q.-Zoll hat. Die Oeffnung des Entleerungsventils, einige Secunden vor dem Zuströmen der Dämpfe zum Kolben, gewährt einen Vortheil, auf welchen die Aufmerksamkeit des Lesers in Anspruch genommen werden muss.

Die beiden Luftpumpen haben eine jede 27 Zoll Cylinderdurchmesser. Der Kolbenhub beträgt 6 Fuss. Die Kolben sind hohl und haben dieselbe Construction wie die hohlen Kolben der Saugpumpen. Die Klappenventile dürfen jedoch nicht aus Leder bestehen, indem dieselben durch das heisse Wasser zu leicht zerstört werden würden. Sie bestehen aus sehr dichter Leinwand. Man schneidet aus dieser Leinwand Scheiben von gehörigem Durchmesser und näht 12 derselben mit starkem Bindfaden zusammen. In dem Mittelpuncte dieser Scheiben schneidet man die rechteckige Oeffnung aus, durch welche die Kolbenstange geht, und näht die Scheiben rings um dieselbe durch. Darauf nagelt man auf beide Flächen jeder Klappe blecherne Scheiben, ebenso wie es bei den ledernen Ventilen der Saugpumpen der Fall ist. Die Liderung der Kolben besteht aus ähnlicher Leinwand und ist auf dieselbe Weise eingerichtet, wie die Liderung bei den Saugpumpen.

Die Luftleere wird durch diese Luftpumpen sehr gut erreicht; denn stets zeigte das Quecksilber in einer Glasröhre, die mit dem obern Theile des Condensators in Verbindung steht, eine Höhe von 28 englischen Zollen über seinem Niveau in dem Reservoir (30 engl. Zoll sind gleich einer Atmosphäre), und wenn sich das Entleerungsventil öffnete, so fiel das Quecksilber nie weiter, als bis auf 27 Zoll herab. Man kann wahrnehmen, dass sich die Kolben der Luftpumpen fast sogleich nach der Oeffnung dieses Ventils zu erheben beginnen.

Ein Zähler, der durch eine Stange bewegt wird, die an irgend einem Puncte des Balanciers befestigt worden ist, giebt die Zahl der Kolbenzüge an.

Beobachtete Resultate. Geschwindigkeit des Kolbens. Da die Wasserzuflüsse in dem Schachte gering waren, so arbeitete die Maschine nur langsam; die nöthigen Dämpfe lieferte nur ein Kessel. Die Spannung derselben in demselben überstieg den atmosphärischen Druck um etwa 25 Pfund auf den Q.-Zoll. Die Dämpfe strömten nur während des ersten Achtels seines Laufs auf den Kolben, und derselbe gebrauchte $2\frac{1}{2}$ Secunde zu seinem Niedergange, wodurch er das Schachtgestänge und die Kolben der Druckpumpen hob, welches eine mittlere Geschwindigkeit von $\frac{11}{2\frac{1}{2}} = 4,4$ engl. Fuss in der Secunde ist.

Das Gestänge gebrauchte darauf $5\frac{1}{2}$ Secunden zu seinem Niedergange, wobei es das Wasser in den Steigröhren in die Höhe drückte. Diess correspondirt einer

Geschwindigkeit von $\frac{8}{5\frac{1}{2}}$ = 1,45 Fuss in der Secunde. (Man darf nämlich nicht vergessen, dass das Schachtgestänge nicht dieselbe Geschwindigkeit hat, wie der Kolben der Maschine, da die Balancierarme eine ungleiche Länge haben). Demnach betrug die Dauer einer Oscillation des Kolbens 8 Secunden und in einer Minute könnten nicht mehr als 7½ Wechsel der Maschine stattfinden. Sollte nun die Maschine rascher arbeiten, so müsste man das Gegengewicht vermindern, welches das Niedergehen des Schachtgestänges aufhält, so dass dasselbe schneller niedergehen könnte; allein alsdann würde man genöthigt seyn, längere Zeit Dämpfe auf den Kolben strömen zu lassen, weil derselbe sonst nicht seinen Lauf bis zum Boden des Cylinders gut vollenden könnte. Man sieht demnach, wie eine Vermehrung der Geschwindigkeit der Maschine sogleich einen grössern Dampfaufwand für jeden Kolbenzug erfordert.

Uebrigens ist ein 7½maliger Wechsel der Maschine in einer Minute nie zur Gewältigung aller Grundwasser erforderlich, und bei der Anwesenheit des Herrn Combes liess man sogar zwischen jede aufeinander folgende zwei Wechsel des Kolbens einen durch das Spiel des Cataractes regulirten Zwischenraum von ½ Minute. Wenn demnach der Kolben seinen höchsten Standpunct erreicht hat, so bleibt er daselbst 30 Secunden unbeweglich, nach welcher Zeit die Stange des Cataractes das Gegengewicht des Admissionsventils losgemacht hat und desshalb ein neuer Wechsel beginnt.

Die folgende Tabelle giebt eine Uebersicht des Nutzeffects der Maschine bei dem angeführten Gange zu Anfange des Monats Juli 1833:

Datum.	Steinkohlenverbrauch in Bushels, von denen jedes 84 Pfund oder 38,086 Kilogr. wiegt.	Anzahl der Kolbenwechsel.	Kolbenwechsel in einer Minute.	Effect (*Duty*), ausgedrückt in Mill. Pfunden *avoir du poids* Wasser, welche durch 1 Bushel verbrannter Kohlen auf 1 Fuss Höhe gehoben worden sind.	Effect, ausgedrückt in metrischen Tonnen, die durch jedes Kilogr. verbrannter Kohlen auf 1 Meter Höhe gehoben worden sind.
(Nr. 1.)	(Nr. 2.)	(Nr. 3.)	(Nr. 4.)	(Nr. 5.)	(Nr. 6.)
1	22	2560	1,77	59,3	215,2
2	22	2462	1,70	57,0	206,8
3	23	2437	1,69	54,0	195,9
4	22	2840	1,62	54,3	197,0
5) 6} 7)	60	6479	1,48	53,7	194,9
8	22	2723	1,89	63,1	229,0
9	21½	2461	1,86	58,3	211,5
10	23½	2893	2,0	62,7	227,5
11	23½	2856	1,77	55,4	201,0

Die Zahlen der sechsten Colonne erhält man, wenn man die der fünften mit 3,6285 multiplicirt.

Die Zahl der Kolbenzüge wird durch den Zähler der Maschine angegeben, der fünf Zifferblätter hat. Der Zeiger des ersten geht bei jedem Kolbenzuge um eine Abtheilung vor, der des zweiten Zifferblattes um eine Theilung, wenn der Zeiger des er-

sten einen Umgang vollendet hat; der Zeiger des Zifferblattes Nr. 3 rückt nach vollendetem Umgange des Zeigers auf Nr. 2 um eine Abtheilung vor u. s. w.

Was nun die Quantität des gehobenen Wassers betrifft, so erhält man sein Volum, wenn man die kreisförmige Oberfläche jedes Kolbens mit der Länge des Hubes, der gleich der des Schachtgestänges in Fussen ausgedrückt ist, sowie auch mit der Anzahl der Kolbenhübe multiplicirt.

Multiplicirt man darauf das relative Product eines jeden Kolbens mit der Höhe der Säule, der es angehört, in Fussen ausgedrückt, sowie mit dem Gewichte der Einheit des Volums Wasser in Pfunden *avoir du poids* und addirt man alle diese Producte zusammen, so erhält man den ganzen Effect (*duty*). Den in der 5. Colonne in Millionen Pfunden, die auf 1 Fuss Höhe bei jedem verbrannten Bushel Steinkohlen erhoben worden sind, ausgedrückten Effect erhält man, indem man die Summe der Producte durch die Anzahl der Bushels und durch 1,000,000 dividirt. Das auf diese Weise erhaltene Resultat ist jedoch wegen des bei'm Spiele der Pumpen unvermeidlichen Wasserverlustes, den man unberücksichtigt lässt, stets zu hoch. Es ist besonders dann zu hoch, wenn die unteren Pumpen entweder in Folge des zu geringen Durchmessers ihrer Kolben, oder weil sie von schlechter Beschaffenheit sind, oder, wenn es an Wasser fehlt, die Wasserkästen nicht gehörig speisen, aus denen die oberen Sätze schöpfen.

In den consolidirten Gruben, die wir hier als Beispiel aufführen, war diess aber nicht der Fall. Herr Combes überzeugte sich durch eine genaue Untersuchung von dem vollkommen guten Zustande aller Pumpen, von denen keine Luft ansog. Die Ventile hielten ebenfalls das Wasser sehr gut, denn das Niveau sank in den Steigröhren während des Zwischenraumes von $\frac{1}{2}$ Minute zwischen zwei verschiedenen Kolbenzügen nicht. Der wirkliche Effect wird daher höchstens $\frac{1}{6}$ geringer seyn, als der berechnete. Das von dem obersten Satze ausgegossene Wasser direct zu messen, war dem Herrn Combes unmöglich, indem es die Localität nicht gestattete, zweckmässige Apparate zu diesem Zwecke anzubringen.

Vortheile der Cornwalliser Maschinen. Regeln für ihre Aufstellung. Man sieht aus der vorhergehenden Beschreibung, dass die einfach wirkende Maschine in Cornwall sich vollkommen auf die verschiedenen Umstände anwenden lässt, welche die Wasserhaltung in Bergwerken herbeiführen*). Die Anzahl der Kolbenhübe kann nach der Menge der zu wältigenden Wasser eingerichtet werden, indem diese Menge nach den Jahreszeiten in oft sehr weiten Gränzen schwankt. Der Dampfverbrauch bleibt fast stets der Anzahl der Kolbenhübe proportional, und der Maschinist regulirt die Dampfproduction dadurch, dass er eine verschiedene Anzahl von Kesseln, mit denen die Maschine versehen ist, in Betrieb setzt, und indem er die im Betriebe stehenden Kessel mehr oder weniger lebhaft feuert. Je ausgedehnter die Expansion des Dampfes ist, um so geringer ist auch der Verbrauch des Dampfes und folglich auch des Brennmaterials für einen gegebenen Nutzeffect.

*) Die Maschinen dieser Art werden bei den englischen Bergwerken sehr allgemein angewendet. Herrn Nottebohm's „Sammlung von Zeichnungen einiger ausgeführten Dampfkessel und Dampfmaschinen, nebst Beschreibung derselben," (Berlin 1841); auch unser neues Werk: „Handbuch der Behandlung etc. der Dampfmaschinen" (bei'm Verleger dieses Werks), enthalten die Beschreibung und Abbildung einer solchen Wasserhaltungs-Dampfmaschine von 150 Pferdekräften, bei den Bergwerken von New-Craighall bei Glasgow, die mit niederem Drucke wirkt. Der Cylinder hat 80 Zoll im Durchmesser, und der Kolben macht in der Regel 13 Hübe in der Minute. Die Wasserförderungshöhe beträgt 540 Fuss, welche auf 3 Pumpensätze vertheilt ist. Die Abbildungen dieser Maschine in den gedachten Werken sind ausserordentlich instructiv.
H.

Wenn man eine Wasserhaltungsmaschine erbaut, so ist es, da sich das Volum der Wasserzuflüsse in der Grube vermehren kann, zweckmässig, den Pumpenkolben der Sätze ein hinreichendes Kaliber zu geben, damit die Wasser, selbst zu Zeiten, wo sie am Häufigsten sind, zu Sumpfe gehalten werden können, ohne dass die Pumpen fortwährend im Betriebe seyen. Man kann es, z. B., so einrichten, dass die Zwischenräume der Ruhe zwischen den aufeinander folgenden Kolbenhüben noch $\frac{1}{4}$ von der ganzen Zeit ausmachen, wenn die Wasserzuflüsse in der Grube am Stärksten sind. Der Dampfmaschine muss man hinlänglich starke Dimensionen geben, damit die Pumpen in Betrieb gesetzt werden können, indem man annimmt, dass der Dampf höchstens während $\frac{1}{6}$ von dem Kolbenlauf eingelassen wird, und dass die Spannung des Dampfes in den Kesseln auf 3 bis $3\frac{1}{2}$ Atmosphären beschränkt bleibt. In dem Maasse, als die Grubenbaue an Ausdehnung zunehmen, um so bedeutender ist auch die Vermehrung der Wasserzuflüsse. Man gleicht diese Zunahme der Leistung der Maschine dadurch aus, indem man die Zwischenräume der Ruhe zwischen zwei aufeinander folgenden Kolbenhüben vermindert. Später, wenn der Kunstschacht eine grössere Teufe erlangt hat, und wenn es erforderlich ist, neue Pumpensätze hinzuzufügen, weil die Wasser aus einer tiefern Sohle gehoben werden müssen, wird es zur Vermehrung der Kraft der Maschine hinreichend seyn, den Dampf aus dem Kessel während eines längeren Theils von dem Kolbenhube einströmen und die Expansion weniger wirken zu lassen, indem man, wenn es erforderlich ist, einen neuen Kessel hinzufügt, wenn die vorhandenen nicht hinreichend sind, um die erforderliche Dampfmenge zu erzeugen. Endlich, als letztes Mittel, wird man die mittlere Geschwindigkeit der Pumpenkolben vermehren; allein dazu müsste man besonders den Ueberschuss des Gewichts von den Gestängen über das der Wassersäulen, welche von den Kolben gehoben werden, vermehren, damit diese Gestänge schneller senken; nun ist aber eine Vermehrung des Gewichts von den Schachtgestängen offenbar eine unmittelbare Ursache der Verminderung des Nutzeffectes bei einer gleichen Triebkraft.

Allgemeine Bemerkungen über die Dampfmaschinen. Die Art und Weise der Wirksamkeit des Dampfes in den Maschinen ist, sowie für alle Gewerbe, so auch für den Bergbau von der grössten Wichtigkeit, so dass es erforderlich ist, hier das Wichtigste darüber mitzutheilen.

Indicator Watt's, der von Mac-Naught und Andern verbessert worden ist. Die Spannungen des Dampfes, welche mit dem Stande des Kolbens in dem Cylinder einer Maschine veränderlich sind, können mit grosser Genauigkeit mittelst eines sehr einfachen Instrumentes angegeben werden, dessen erste Idee von dem verewigten **Watt** herzurühren scheint, und welches in England unter der Benennung des **Indicators** von **Watt** oder von **Mac-Naught** bekannt ist. Es besteht wesentlich aus einem kleinen ausgebohrten Cylinder, der mit grosser Sorgfalt nach einem gegebenen Durchmesser calibrirt ist, und in welchem sich ein Kolben bewegt, auf den eine stählerne Springfeder drückt. An der Kolbenstange ist ein Arm befestigt, welcher in eine Hülse ausläuft, die einen Bleistift enthält. Die Spitze dieser Bleifeder ruht auf einem Blatt Papier, das in einem Rahmen angebracht, oder um einen Cylinder gewickelt ist. Das Instrument ist auf den Deckel des Cylinders aufgeschraubt. Da die untere Fläche des Kolbens von dem Indicator mit dem Dampfcylinder in Verbindung gesetzt worden ist, so hat er den Druck des darin befindlichen Dampfes auszuhalten. Der Kolben hebt und senkt sich; die Springfeder wird zusammengedrückt oder

ausgedehnt, jenachdem der Druck im Cylinder grösser oder geringer, als der atmosphärische, ist. Der Indicatorkolben folgt demnach den Veränderungen des Drucks. Während dieser Zeit ist der Rahmen oder Cylinder mit dem Blatte Papier in die Bewegung des Maschinenkolbens hereingezogen und die Bleifederspitze hinterlässt auf dem Papier die Angaben von den successiven Stellungen des Kolbens von dem Indicator. Das dadurch entstandene Diagramm weis't daher den Dampfdruck nach, der den successiven Stellungen des Maschinenkolbens entspricht, und man kann daraus die Grösse der Triebkraft oder des Widerstandes ableiten, welcher dem Kolben mitgetheilt worden ist. Die Figg. 1—6, Taf. 61, stellen den Indicator dar, sowie er gewöhnlich in England eingerichtet wird, nebst einigen Abänderungen, welche ich dabei angebracht habe, um ihn bei allen Arten von Dampfmaschinen anwenden, seine Anbringung und seinen Gebrauch erleichtern zu können.

Fig. 1 ist ein Aufriss des Instrumentes, Fig. 3 ein horizontaler Durchschnitt nach der gebrochenen Linie *AB* des Aufrisses, Fig. 2 ein senkrechter Durchschnitt nach der Linie *CD*, Fig. 3, Fig. 4 ein Durchschnitt nach der Achse der Rolle *O*; Fig. 5 ein Durchschnitt und ein Grundriss von dem Muff, der um die Achse dieser Rolle angebracht ist. Die Fig. 6 endlich stellt das Instrument dar, sowie es auf dem Deckel des Dampfcylinders angebracht ist. Gleiche Gegenstände sind auf diesen verschiedenen Figuren mit denselben Buchstaben bezeichnet.

D ist der Kolben des Indicators, welcher sich in dem ausgebohrten Cylinder *E* bewegt, dessen Durchmesser genau 11,8 Millimeter beträgt, damit sein Querschnitt gleich einem Quadratcentimeter sey. *A*, Cylinder, welcher das Instrument umgiebt, und dessen Deckel *H* in seiner Mitte eine kurze Röhre *C* hat, welche als Leitung für die Kolbenstange *B* dient. *G*, Springfeder, deren eines Ende mit der Scheibe *I* verbunden ist die ihrerseits auf der Stange *B* festgeschraubt ist; das andere Ende dieser Springfeder ist am Deckel *H* des umgebenden Cylinders. Diese Feder wird zusammengedrückt, wenn der mit der Stange verbundene Zeiger, sich über, und ausgedehnt, wenn dieser Zeiger sich unter dem Nullpuncte der Scala herabsenkt, welche dem Nullpuncte der Spannung der Feder entspricht.

J, Hahn, der in einem Stück *F* angebracht ist, welches eine Oeffnung von einem etwas geringeren Durchmesser hat, als der des Kolbens *D* ist. Das Stück *F* wird mit seinem obern Ende unter dem Cylinder *E* angeschraubt. Das andere Ende wird entweder unmittelbar in die Oeffnung des Schmierhahns eingeschraubt, oder auf ein Stück Kupfer, welches auf den Cylinderdeckel aufgeschraubt ist und in eine Hülse mit Schraubenwindungen ausläuft. Diese letztere muss ebenfalls mit einem Hahne versehen seyn, damit man das Instrument wegnehmen oder anbringen könne, ohne desshalb den Betrieb der Maschine zu unterbrechen.

Z, Fig. 1 u. 3, Bleifeder, welche in einer Hülse angebracht ist, die am Ende eines Armes sitzt, der um einen senkrechten Stift *x* beweglich ist und ihn mit dem Arm *y* verbindet, welcher seinerseits an der Kolbenstange *B* sitzt. Die Bleifeder nimmt auf diese Weise an der Bewegung der Stange und des Kolbens Theil, hebt und senkt sich mit diesem letztern. Eine kleine Feder *e*, die auf den Rücken des Armes drückt, der in die Hülse endigt, und die man mittels einer Schraube mehr oder weniger spannen kann, drückt die Bleifederspitze gegen das Blatt Papier, welches um den Cylinder *k*, Fig. 1 u. 2, gerollt ist.

A', Fig. 1, Längenspalte, die in der Wand des umgebenden Cylinders angebracht ist, und durch welche der Arm geht, der die Hülse *d* mit der Bleifeder *Z* ent-

enthält. *C'*, Scala, die in Atmosphären und in $\frac{1}{10}$ Atmosphären getheilt ist, und die an dem Rande der Spalte anliegt. Um diese Scala zu theilen, nachdem sie an dem Instrumente mittelst der Schrauben *v, v'* befestigt worden ist, macht man den Strich, welcher die Zahl 0 hat, an dem Puncte, an welchem der Zeiger an der Stange befestigt ist, wenn die Feder keine Spannung hat. Man hängt alsdann ein Gewicht von 1,033 Kilogr. an den die Stange endigenden Ring. Nachdem das Instrument in eine senkrechte und umgekehrte Lage gebracht worden ist, entspricht der Punct, zu welchem der Zeiger gelangt, dem Druck einer Atmosphäre oder 1,033 Kilogr. auf das Quadratcentimeter auf den Kolben *D*. Dieser Punct wird auf der Figur mit 10 bezeichnet, da jede Theilung der Scala *C'* $\frac{1}{10}$ Atmosphäre, als Einheit genommen, entspricht.

Auf gleiche Weise bestimmt man die Theilungen 20, 30, 40, 50 etc. Für die Theilung — 10, welche dem absoluten leeren Raume unter dem Kolben entsprechen würde, muss man die Feder ausdehnen, indem man die Kolbenstange mit einer Kraft von 1,003 Kilogr. drückt. Die auf diese Weise erlangten Theilungen sind im Wesentlichen und einander gleich, weil die Verlängerungen und Verkürzungen der Springfeder den sie hervorbringenden Kräften fast proportional sind.

K, beweglicher Cylinder zur Seite des Cylinders *A*, um welchen das Papierblatt gewickelt wird, dass die Bleifederstriche aufnimmt.

L, Support des Cylinders *K*. *N,* Hals, welcher mit dem Support *L* verbunden ist und zur Befestigung an dem Cylinder *A* dient. Der ganze, durch den Hals *N* mit dem Instrument verbundene Theil kann demnach nach Belieben um die Achse des Kolbens *D* und der Cylinder *E* und *A* gedreht werden.

Der Cylinder *K* steht auf einem Sockel *S*, welcher mit dem Muff *V*, Fig. 2, verbunden ist, und der auf der Achse *X* sitzt, um die er gedreht werden kann.

U ist eine mit dem Muff *V* und dem Sockel des Cylinders *K* verbundene Trommel. Sie enthält eine starke Spiralfeder, welche mittelst ihres einen Endes mit der Achse *X* und mittelst des andern mit der Wand der Trommel verbunden ist. Diese Feder strebt dahin, den Sockel um den Cylinder *K* zurückzuführen, und hält die Schnüre *T* und *P* gespannt, wenn der Maschinenkolben, Fig. 1, 3 u. 6, die rückgängige Bewegung macht. Die Achse *X* ist auf dem Support des Cylinders *K*, der mit *L* mittelst der Schraube *Q* verbunden ist, befestigt. Sie endigt oben in einem quadratischen Angriff *Y*, so dass man mittelst eines Schlüssels die Feder aufziehen kann. Man muss alsdann die Schraube *Q* lösen; der Cylinder kann sich nicht drehen, weil er durch die gespannte Schnur *T*, Fig. 3, festgehalten wird. Der bewegliche Sockel *S* hat an seiner Peripherie eine Kehle, welche die Schnur *T* aufnimmt, welche sich in dieser Kehle gänzlich um den Sockel schlingt, dann durch ein Loch in dem Metall geht und hinter demselben mittelst eines Knotens befestigt ist. Das zweite Ende diedieser Schnur wickelt sich um einen Muff *S'*, der auf der Achse *R* einer kleinen Trommel *O* befestigt, deren Peripherie hohl oder schneckenförmig ist, und die eine zweite Schnur *P* aufnimmt, und deren Ende mit dem obern Theile von der Kolbenstange der Dampfmaschine mittelst der kleinen Stange *q*, Fig. 6, verbunden ist.

Der Sockel *S* ist von einem Cylinder *M* umgeben, welcher die Schnur *T* schützt und sie in der Kehle des Sockels erhält, und einen Ausschnitt hat, um die Schnur *P* durchgehen zu lassen.

b,b, Federzangen, welche an dem äussern Umfange des Cylinders *K* liegen und das Blatt Papier *c* um diesen Cylinder festhalten, damit es die Bleifederstriche aufnehmen könne.

Aufstellung und Gebrauch des Indicators. Um sich dieses Instruments zu bedienen, schraubt man das Stück *F* auf die Oeffnung des Schmierhahns, oder auf ein zu seiner Aufnahme besonders vorbereitetes Stück, welches auf den Deckel des Dampfmaschinencylinders aufgeschraubt ist. Man dreht den Hals *N* und das Support *L* um die Achse des Cylinders *A*, so dass die Bleifederspitze *Z* auf die Oberfläche des Cylinders *K* gelegt werden kann. Die Schnur *T* wird durch die in der Trommel enthaltene Uhrfeder gespannt. Das Ende der Schnur *P* befestigt man mittelst eines kleinen Hakens an das Stück *q*, welches einen Ring hat, in den dieser Haken leicht eingehängt werden kann. Da der Hahn *J* noch geschlossen ist, so ist das Instrument von der Dampfmaschine isolirt. Hängt man nun den Haken an dem Ende der Schnur *P* in den Ring an dem Arm *q*, Fig. 6, so zieht der Kolben, indem er sich erhebt, die Schnur *P* an und dreht die Trommel *O*. Die Achse *R* von der letztern führt den Muff *S'* mit sich, um den sich die Schnur *T* wickelt und die Drehung des Sockels *S* und des Cylinders *K* bewirkt. Die Geschwindigkeit des Cylinders *K* wird sich demnach stets zu der Geschwindigkeit des aufsteigenden Kolbens verhalten, wie der Halbmesser der Trommel *O* zu dem Halbmesser des Muffs *S'*. Dieser letztere Halbmesser muss so seyn, dass der Cylinder *K*, um dessen Basis die Schnur *T* nur eine einzige Windung macht, die Bewegung verfolgen könne, welches erfordert, dass der Cylinder *K* etwas weniger als eine Umdrehung macht, wenn der Dampfmaschinenkolben einen ganzen Lauf vollendet hat. Uebrigens ist es gut, wenn die Umdrehung des Cylinders *K* bei jedem Kolbenzuge fast vollständig ist. Man muss zu dem Ende mehrere Muffen *S'* von verschiedenen Kalibern haben, die man auf der Achse *R* der Trommel *O* befestigt, jenachdem der Kolbenlauf der Maschine, an welcher man das Instrument anbringt, mehr oder weniger gross ist. Wenn der Dampfmaschinenkolben sinkt, so hält die Uhrfeder in der Trommel *U* die Schnüre *P* und *T* während der rückgängigen Bewegung des Cylinders und der Trommel gespannt. Der Cylinder *K* erhält daher stets Geschwindigkeiten, die denen des Kolbens proportional sind.

Ist dieses nun geschehen, so nimmt man den beweglichen Cylinder *K* weg, legt ein Blatt Papier darum und befestigt dessen beide Enden mittelst der Federn *b,b*. Darauf bringt man den Cylinder *K* mit dem Blatte Papier *c* auf den Sockel zurück und dreht ihn so, dass die Bleifederspitze *Z* an dem einen Ende an der hintern Feder *b* liegt, wenn der Maschinenkolben seinen niedrigsten Stand hat. Man hängt alsdann den Haken der Schnur *P* so an den Kolben auf, dass derselbe die Trommel *O* und den Cylinder *K* in eine drehende Bewegung bringt. Man legt die Bleifeder auf das Papier *c*, ohne jedoch den Hahn *J* zu öffnen. Die unbeweglich bleibende Bleifeder verzeichnet auf dem Papiere, welches sich unter ihr dreht, eine Kreisperipherie, welche eine gerade Linie werden würde, wenn das Papier auf eine Ebene ausgedehnt wäre. Nachdem diese Linie gezogen worden ist, nimmt man die Bleifeder weg und öffnet alsdann den Hahn *J*. Der in dem Cylinder enthaltene Dampf dringt in den Cylinder *E* des Indicators; der Kolben *D* steigt oder sinkt in demselben, indem er die Veränderung der Spannung des Dampfes verfolgt. Die erste Wirkung ist aber eine Condensation des Dampfes und ein Ausströmen von Wasser, welches nicht eher aufhört, als bis der Cylinder *E* und der Kolben *O* die Temperatur des Dampfes angenommen haben. Man trock-

net darauf das Instrument, und wenn es gut angefertigt worden ist, so hält der metallene Kolben *D*, der gar keine Liderung hat, den Dampf sehr gut, ohne irgend etwas durchgehen zu lassen. Es ist nun Alles zu einer Beobachtung bereit. Man nimmt zu dem Ende den Augenblick wahr, in welchem der Dampfcylinderkolben an einem der Enden seines Laufs an einem todten Puncte ist. Man schlägt die Bleifeder *Z* auf das Papier *c* zurück und lässt die Dinge in diesem Zustande wenigstens bei einer vollständigen Schwingung des auf- und abgehenden Maschinenkolbens. Die Bleifederspitze verzeichnet offenbar auf dem Papier eine geschlossene Curve. Hat die Maschine einen regelmässigen Gang, so kann man die Bleifeder während 7 oder 8 doppelten Kolbenzügen auf dem Papier lassen. Die verzeichneten Curven decken sich fast genau. Hält man es endlich für zweckmässig, so nimmt man die Bleifeder weg, ohne übrigens das Spiel des Apparats aufzuhalten. Darauf nimmt man den Haken am Ende der Schnur *P* aus dem Ringe des Armes *q* weg, wodurch die Verbindung der Bewegung zwischen dem Cylinder *K* und dem Kolben aufgehoben wird. Man nimmt darauf den Cylinder *K* ab, entfernt von demselben das Blatt Papier *c*, auf welchem die Curve verzeichnet ist, schlägt ein anderes Blatt Papier um den Cylinder, worauf Alles zu einer neuen Beobachtung bereit ist.

Die Oberfläche der Zeichnung oder des Risses giebt das Maass von der Triebkraft, die dem Kolben einer doppelt wirkenden Maschine mitgetheilt worden ist. Die auf dem Papier verzeichneten Linien sind geschlossene Curven, die zwischen zwei untereinander parallelen Linien begriffen sind, die ihrerseits senkrecht auf der Linie stehen, in welcher keine Spannung stattfindet, oder auf der atmosphärischen Linie, welche die Bleifeder verzeichnet hat, als der Indicatorcylinder von dem Dampfmaschinencylinder durch den Hahn *J* abgeschlossen war. Die Entfernung dieser beiden Linien, welche stets die grösste Länge der Zeichnung bilden, stellt den Kolbenlauf dar; die Abscissen auf die atmosphärische Linie, ausgehend von der einen oder von der andern der äussersten Tangenten, sind den Räumen proportional, welche von dem aufsteigenden oder dem sinkenden Kolben beschrieben werden, ausgehend von dem Anfange seines Laufs. Die Ordinaten der entsprechenden Curve, von der atmosphärischen Linie aus gerechnet, geben an der Scala des Indicators die Ueberschüsse des Dampfdrucks über den atmosphärischen, oder die Ueberschüsse des atmosphärischen Drucks über den des in dem Cylinder enthaltenen Dampfes an, jenachdem diese Ordinaten über oder unter der atmosphärischen Linie befindlich sind. Die Figg. 7 u. 8, Taf. 61, sind zwei Zeichnungen, die ich mit dem oben beschriebenen Indicator an einer Dampfmaschine mit Expansion und Condensation aufgenommen habe. In beiden Zeichnungen ist *AB* die atmosphärische Linie. Der obere Theil der Curve zwischen den Berührungspuncten derselben und den Senkrechten *LM* und *L'M'* auf *AB*, entspricht dem niedergehenden Kolbenlaufe der Dampfmaschine, wenn der Dampfdruck darauf wirkte. Der Theil der untern Curve an denselben Berührungspuncten entspricht dem entgegengesetzten Laufe des Kolbens, während welchem der mit dem Indicator in Verbindung gesetzte Theil des Cylinders mit dem Condensator verbunden war.

Die Zeichnung giebt daher den Dampfdruck auf die obere Fläche des Kolbens der Maschine an. Wenn dieser Druck in derselben Ordnung und auf dieselbe Weise auf der untern Fläche folgt, und bei einer doppelt wirkenden Maschine muss es fast so seyn, wenn die Dampfertheilung auf dem obern und dem untern Theile des Cylin-

ders symmetrisch ist, so könnte man annehmen, dass der untere Theil der Zeichnung den Druck angiebt, welcher auf der untern Fläche des Kolbens, während dessen Niederganges, stattfindet. Um aber Druck zu haben, der in denselben Augenblicken auf beide Flächen stattfindet, so müsste man annehmen, dass die untere Curve Ende vor Ende umgekehrt sey, so dass der Theil *P* von diesem nach *A* komme, und umgekehrt. Wäre diese Umkehrung gemacht, so würde die Länge einer Ordinate, die auf dem einen oder dem andern Theile der Curve endigt, an der Scala des Indicators das Maass der Differenz des Drucks auf beiden Kolbenflächen, d. h. des wirkenden Drucks, angeben, und es würde folglich die Oberfläche der berechneten Zeichnung, indem man die Abscissen nach einer Scala berechnet, die durch das Verhältniss der Linie *AB* zu dem Kolbenlauf, und die Ordinaten nach der Scala des Indicators, gegeben ist, im Verhältniss zu der Triebkraft stehen, welche dem Kolben während seines niedergehenden Laufs mitgetheilt worden ist. Das Product dieser Oberfläche der Zeichnung, multiplicirt mit der Kolbenoberfläche in Quadratcentimetern, würde, in Kilogrammen, auf 1 Meter erhoben, der Ausdruck dieser Triebkraft seyn, wobei jedoch der Querschnitt der Kolbenstange unberücksichtigt gelassen ist. Da übrigens die Umkehrung des untern Theils der Curve die von ihrem Perimeter eingeschlossene Oberfläche nicht verändert, so kann man als Maass der Triebkraft die Oberfläche der Zeichnung annehmen, sowie sie das Instrument unmittelbar angiebt.

Die Figur giebt die Umstände der Dampfertheilung an. Die von der Bleifeder des Indicators verzeichnete Figur giebt aber nicht allein das Maass der ganzen Triebkraft an, welche dem Kolben einer Maschine mitgetheilt wird, sondern sie lehrt auch den successiven Druck kennen, welcher stattfindet, währenddem der Raum, von welchem dieser Kolben die bewegliche Wand bildet, entweder mit dem Kessel, oder mit dem Condensator in Verbindung steht. Sie weis't alle Umstände der Dampfertheilung, sowie die Fehler, welche bei derselben stattfinden können, nach. So sieht man aus den Figg. 7 u. 8, dass bei der Maschine, von welcher sie aufgenommen worden sind, der Dampf zu Anfang des Kolbenlaufs zugelassen worden ist. Die Verbindung mit dem Kessel bleibt etwas mehr, als während $\frac{2}{10}$ des Laufs geöffnet; alsdann wird diese Verbindung geschlossen. Der Verschluss ist durch die Biegung der Curve angegeben, welche sich alsdann, nachdem sie zuvörderst fast parallel mit der atmosphärischen Linie war, nach derselben zu senkt. Der Dampfdruck vermindert sich immer mehr, von dem Augenblicke an, in welchem die Zulassung des Dampfes aufgehört hat, und diese Verminderung dauert bis zu dem Ende des Kolbenlaufes fort; in diesem letztern Zeitpuncte ist er wesentlich unter dem atmosphärischen Drucke. Hier öffnet sich die Verbindung mit dem Condensator; jedoch fällt der Druck des Dampfes auf die obere Kolbenfläche nicht plötzlich, sondern sie nimmt im Gegentheil nach und nach ab, bis zu Ende des aufsteigenden Laufs, wo er in der Fig. 7 fast auf $\frac{2}{10}$ und in der Fig. 8 fast auf $\frac{3}{10}$ Atmosphären reducirt worden ist. Bei der hier vorliegenden Maschine wird der Dampf durch einen einfachen Schieber ohne Bedeckung vertheilt; er wird durch ein Kegelventil, welches vor der Vertheilungsbüchse angebracht worden ist, unterbrochen. Dieses Ventil wird durch einen Hebedaumen offen erhalten, welcher an der Schwungradwelle angebracht ist, und zwar bleibt es während des ersten Theils des Kolbenlaufs geöffnet, und wird alsdann durch eine Springfeder in die Oeffnung gestossen, die es verschliessen soll, sobald der Hebedaumen zu wirken aufhört. Die Spannung des Dampfes in dem Kessel wurde durch Quecksilbersäulen von 2,68 und

2,925 Meter in einem offenen Manometer gemessen, als die resp. Figuren 7 und 8 aufgenommen wurden, welches Drucken von 3,66 und 3,84 Atmosphären ohngefähr über den atmosphärischen Druck entspricht. Das an dem Condensator angebrachte Barometer gab einen Ueberschuss des atmosphärischen Drucks über dem in dem Condensator vorhandenen durch eine Säule von 0,59 Meter Quecksilber an, welches einem Druck von $\frac{76-59}{76} = 0{,}22$ Atmosphären etwa entspricht. Die Figuren zeigen, dass der während der Periode der Zulassung des Dampfes in dem Cylinder ziemlich gleichförmige Druck weit unter dem war, welcher in dem Kessel stattfand, und dass während der Condensation der Druck in dem Cylinder wesentlich höher blieb, als der von dem Condensator-Barometer angegebene, und zwar bis an das Ende des Laufs, wo der Druck in dem Cylinder sich dem im Condensator stattfindenden weit mehr näherte.

Ursachen der Differenz des Dampfdrucks in dem Kessel und in dem Cylinder. Bei anderen Aufnahmen mittelst Indicatoren, die an einfach wirkenden Cornwalliser Wasserhaltungsmaschinen gemacht wurden, welche wir jedoch hier nicht weiter nachweisen wollen, zeigte sich der Druck des Dampfes im Cylinder während seiner Zulassung, weit geringer, als der in dem Kessel existirende, welcher nicht viel von dem verschieden seyn muss, welcher durch das Gewicht der Sicherheitsventile gemessen wird. Diese Verschiedenheit kann mehreren Ursachen zugeschrieben werden, von denen mehrere wahrscheinlich zusammen wirken. Bei den Cornwalliser Wasserhaltungsmaschinen strömt der Dampf, sowie überhaupt bei allen einfachwirkenden, gewissermaassen nur stossweis oder intermittirend aus dem Kessel; denn die Kessel bleiben während der Periode der Expansion des Dampfes, während der Kolben in dem Cylinder durch das Gewicht des Gestänges in die Höhe geht, und während der Zwischenräume, welche zwei aufeinander folgende Kolbenhübe trennen, gänzlich verschlossen. Der Dampf muss sich daher in den Kesseln während ihres Verschlusses anhäufen; seine Spannung muss daselbst steigen und während seines Ausströmens wieder abnehmen. Die durch diese Ursachen hervorgebrachten Veränderungen werden um so bemerkbarer seyn, je geringer der von dem Dampfe in dem Kessel eingenommene Raum im Verhältniss zu dem ist, in welchem sich der Dampf zu Anfang eines jeden Kolbenlaufs verbreitet.

In den meisten Cornwalliser Maschinen und Kesseln ist das Verhältniss zwischen den Räumen, welche von dem Dampfe in den Kesseln eingenommen werden, und dem, welchen der Kolben während der Periode des Einströmens von dem Dampfe bildet, so gering, dass diese Ursache keinen bedeutenden Einfluss ausüben kann. Es ist dieses Verhältniss häufig unter den von 6 zu 1, und die Dauer der Dampfausströmung ist oft geringer, als $\frac{1}{8}$ oder $\frac{1}{10}$ von dem Zeitraume, welcher zwei aufeinander folgende Ausströmungen trennt.

Die Bewegung des Dampfes in der Dampfröhre und durch das Admissionsventil, sowie hauptsächlich durch das Mässigungsventil, macht es erforderlich, dass in dem Kessel ein um so bedeutenderer Ueberschuss des Drucks stattfindet, je länger und je enger die Röhre, und je enger auch die Ventilöffnungen sind. Verengt man daher die Oeffnung des Mässigungsventils, so kann der Maschinenwärter den Druck in dem Cylinder vermindern, während der Druck in dem Kessel constant bleiben wird.

Endlich wird bei übrigens gleichen Umständen die Geschwindigkeit des Dampfes in der Röhre und in den Durchgängen, folglich der Ueberschuss des Drucks in dem Kessel, von der veränderlichen Geschwindigkeit abhängen, mit welcher der Kolben sich in dem Cylinder bewegt, und diese Geschwindigkeit selbst hängt von vielen Umständen ab, nämlich von dem Drucke des Dampfes, von dem Widerstande, welchen der Kolben erleidet, von der Masse des Kolbens, des Balanciers, der Stangen und der Gegengewichte, endlich von dem ganzen Gestänge, welches in die Bewegung hineingezogen wird. Die Bestimmung des Drucks in dem Cylinder, wenn der in dem Kessel bekannt ist, würde demnach eine sehr verwickelte Frage seyn, selbst wenn man annehmen wollte, dass man die Dichtigkeiten des gesättigten Wasserdampfs, welche dem verschiedenen Druck correspondiren, genau kennte, und dass der Dampf sich wie eine permanente, elastische Flüssigkeit verhielte. Die Frage wird aber durch die folgenden beiden Ursachen noch verwickelter. Zuvörderst kann der Dampf stets eine gewisse Menge flüssigen Wassers in einem ausserordentlich fein zertheilten Zustande mit sich führen, und es ist diess fast auch immer der Fall. Das auf diese Weise mitgeführte Wasser hat einen sehr wesentlichen Einfluss auf die Dichtigkeit des Dampfes oder vielmehr der gemischten Flüssigkeit, welche sich bewegt, und verändert demnach die Gesetze der Bewegung. Ferner kann ein Theil des Dampfes den Zustand verändern und entweder in den Röhren und in den Durchgängen, welche es durchströmen muss, und besonders in dem Cylinder selbst tropfbar flüssig werden. Dem Zusammentreffen aller dieser verschiedenen Ursachen, welche sämmtlich in derselben Richtung wirken, ist der Ueberschuss des in dem Kessel existirenden Drucks über den in den Cylinder während der Einströmungsperiode zuzuschreiben.

Diese Verschiedenheit des Drucks ist ganz gewiss eine Ursache des Verlustes, d. h., sie vermindert die Kraft, welche eine gleiche ponderable Menge von Wasserdampf zu entwickeln vermag, seyen nun auch die Gesetze, nach denen der Druck des Dampfes mit seiner Dichtigkeit sich verändert, welche sie wollen.

Mittel, den Ueberschuss des Drucks in dem Kessel zu vermindern. Die erste in dieser Beziehung zu nehmende Vorsichtsmaassregel besteht darin, den Cylinder mit dem Kessel mittelst einer weiten Röhre in Verbindung zu setzen, und die Durchgänge nicht zu verengen, indem man das Mässigungsventil verschliesst, oder indem man der Oeffnung des Admissionsventils zu geringe Dimensionen giebt. Wendet man aber hier die bekannten Gesetze der Bewegung elastischer Flüssigkeiten in den Röhren an, so ist es leicht zu sehen, dass, wenn der Dampf ohne Einmengung flüssigen Wassers wäre, man sehr wenig gewinnen würde, um die Querschnitte der Dampfröhre und der Ventilöffnungen, über gewisse Gränzen hinaus zu vergrössern, welche die Erfahrung bei jeder Art von Maschinen kennen gelehrt hat, und welche sich bei jeder von ihnen mit der gewöhnlichen mittlern Kolbengeschwindigkeit verändern. Bei der Maschine, die wir weiter oben beschrieben haben, ist die Oberfläche der Röhre, durch welche der Dampf aufgefangen wird, nur $\frac{1}{64}$ von der Kolbenoberfläche. Bei anderen Maschinen derselben Art ist dieses Verhältniss etwas grösser, ohne jedoch jemals $\frac{1}{4}$ zu übersteigen, und der Durchgang kann noch durch das Mässigungsventil verengt werden. Bei den Locomotiven, d. h., bei denjenigen Arten von Dampfmaschinen, bei welchen der Kolben die grössten Geschwindigkeiten annimmt, haben die Admissionsöffnungen des Dampfes höchstens einen Durchschnitt von $\frac{1}{12}$ von dem des Cylinders, und es würde selbst unnütz seyn, sie so gross zu machen, wenn sie nicht ebenso

gut zum Ausströmen, als zum Einströmen des Dampfes dienten. Die Locomotiven sind stets mit einem Regulator, d. h., mit einer Art von Mässigungsventil versehen, mittelst welchem der Maschinist das Hinzuströmen des Dampfes zu den Cylindern gänzlich in seiner Gewalt hat. Neuerlich angestellte Versuche beweisen, dass der Ueberschuss des Drucks in dem Kessel über den in den Cylindern wenig verschieden ist, mag nun der Regulator gänzlich, oder nur zur Hälfte geöffnet seyn; nur wenn man ihn noch mehr verschliesst, macht sich bei übrigens gleichen Umständen der Einfluss der Verengung fühlbar. Wenn der Regulator zur Hälfte geschlossen ist, so übersteigt der Durchgang nicht $\frac{1}{22}$ von der Kolbenoberfläche.

Schädliche Wirkungen und Ursachen der Einmengung von flüssigem Wasser in den Dampf. Die Einführung von flüssigem Wasser mit dem Dampfe muss offenbar dazu beitragen, den Ueberschuss von dem Dampfdruck in dem Kessel zu vermehren; wir haben die Ursache davon angegeben. Nun wird aber diese Vermengung des Dampfes mit Wasser durch die zähe Beschaffenheit des letztern begünstigt. Schmutziges und Wasser, welches durch Substanzen, wie das Kraftmehl der Kartoffeln und anderer Substanzen derselben Art, welche man ehemals in die Kessel warf, um die Bildung des Kesselsteins zu verhindern, verunreinigt ist, ist in dieser Beziehung sehr unvortheilhaft gegen gewöhnliches, ganz reines Wasser. Eine andere Ursache trägt besonders zu der nachtheiligen Wirkung bei, mit der wir uns hier beschäftigen; es ist diess das heftige Sieden, welches erfolgt, wenn man dem in einem Kessel zusammengepressten Dampf einen weiten Ausgang gewährt, sey es nun in einem unbestimmten Raume, wie die Atmosphäre, oder in einem begränzten Raume, deren Wände aber der Ausdehnung einen schwachen Widerstand entgegensetzen.

Jeder kann wahrnehmen, was sich bei der gänzlichen Hebung des Sicherheitsventils von einem Kessel, in welchem der Dampf eine höhere Spannung, als die atmosphärische, angenommen hat, ereignet. Es entsteht ein so heftiges Sieden, dass die ganze flüssige Masse mit starkem Geräusch gehoben wird; es strömt aus der Oeffnung des Sicherheitsventils eine Menge flüssigen Wassers im Gemenge mit dem Dampfe, der Strom ist nicht regelmässig, und die Entwickelung findet stossweise statt. Die Elasticität des Dampfes vermindert sich, allein die Schnelligkeit dieser Verminderung des Drucks steht durchaus nicht im Verhältnisse mit der Grösse des geöffneten Ventils. Lässt man den Dampf aus einer kleinen Oeffnung ausströmen, so geschieht diess fast ohne Einmengung von Wasser; es entsteht in dem Kessel nicht das heftige Sieden, von welchem wir geredet haben, auch vermindert sich der Druck im Kessel nicht so stark, als wenn ein Gemenge von Dampf und Wasser aus einer weiten Oeffnung ausströmt.

Einfluss der Masse der Gestänge auf die Bewegung des Kolbens und auf die Mitführung von Wasser. Aehnliche Wirkungen müssen offenbar entstehen, wenn man mit Unterbrechungen eine Verbindung zwischen einem Dampfkessel und dem Cylinder einer Maschine herstellt, und wenn der Kolben der ihm treibenden Kraft nur einen schwachen Widerstand leistet. Nun widersteht der Kolben seiner Platzveränderung auf zweierlei Weise, zuvörderst durch die mit ihm verbundenen, Widerstand leistenden Kräfte, dann in Folge seiner Masse, und der Massen, die er mit in seine Bewegung hereinzieht. Die Gesammtheit der Belastung, welche bei einer Wasserhaltungsmaschine in dem Ueberschusse des Gewichts von dem Schachtgestänge, von den damit verbundenen Kolben und aus den angesogenen Wassersäulen,

über das Gewicht des Maschinenkolbens selbst und der verschiedenen Gegengewichte bestehen, welche das Schachtgestänge mit sich führt, Ueberschuss, zu welchem man noch die Reibungen rechnen muss, giebt eine untere Gränze von dem Druck, den der Dampf in dem Cylinder erreichen kann, während er in Verbindung mit dem Kessel steht. Diese untere Gränze wird weit überstiegen, und muss es nothwendig um so mehr seyn, als der Dampf während eines kleinern Bruchs von dem Kolbenlauf eingelassen wird.

Die Verschiedenheit zwischen der Triebkraft und der Belastung des Kolbens bewirkt die beschleunigte Bewegung desselben während der Admissionsperiode des Dampfes; jedoch würde es uns zu weit führen, wenn wir diess durch das Calcul näher nachweisen wollten.

Masse, welche durch den Triebkolben der Cornwalliser Maschinen bewegt werden muss. Die Nothwendigkeit, die Masse des Schachtgestänges und der Gegengewichte bedeutend zu vermehren, ist den Maschinenbauern durch die Erfahrung angegeben worden, ohne dass sie sich vielleicht Rechenschaft von den Ursachen der ihnen durch die Praxis dargethanen Thatsache geben konnten. Bei der Maschine der consolidirten Gruben, welche wir weiter oben näher beschrieben haben, hat das Schachtgestänge ungeheure und sicher unnütze Dimensionen, wenn man die Bedingungen der Festigkeit des ganzen Systems unberücksichtigt lassen wollte. Sein Gewicht beträgt, wie wir weiter oben angaben, 84000 Kilogramm. Die Gegengewichte, mit Einschluss der Wassersäule zwischen dem Stollen und der Tageöffnung des Schachtes, betragen 55000 Kilogramm, so dass für das Schachtgestänge nur ein Gewichtsüberschuss von 29000 Kilogr. für das Eindrücken des Wassers in die Steigröhren bleibt. Demnach behalten, nach Abzug der Balanciers, die von dem Dampfkolben bewegten Massen ein Gesammtgewicht von 84000 + 55000 = 139000 Kilogramm, während zur Emporhebung der Wassersäulen in den Steigröhren der Kunstsätze ein Gewicht von 29000 Kilogr. hinreichend wäre. Offenbar ist aber das ungeheure Gewicht des Gestänges zur Festigkeit desselben nicht erforderlich.

Der Nutzeffect einer gegebenen Gewichtsmenge von Dampf hängt nicht allein von den Verhältnissen der Maschinen ab. Man sieht demnach, dass der Nutzeffect, welcher einem Kolben durch ein gegebenes Gewicht von Dampf mitgetheilt wird, nicht allein von der Construction und von den Verhältnissen zwischen den verschiedenen Theilen der eigentlichen Maschine und den Kesseln, sondern auch von der Einrichtung der Apparate abhängt, welche die Maschine in Bewegung setzt. Vermehrt man das Gewicht, welches der Kolben in Bewegung setzt, so werden offenbar die Reibungen vermehrt, und folglich auch ein Theil der passiven Widerstände; aber von einer andern Seite vermindert man die erschütternden Bewegungen, sowie die Stösse, welche eine weit bedeutendere Beschleunigung der Bewegung veranlassen könnten, und welche eine andere Quelle der passiven Widerstände und zu gleicher Zeit eine Ursache der Abnutzung und der Zerstörung der Maschine sind; diess ist schon eine Ausgleichung, welche vielleicht mehr als hinreichend zur Vermehrung der Reibungen ist.

Flüssigwerden des Dampfes in den Röhren und Cylindern. Endlich ist das theilweise Flüssigwerden des Dampfes in den Röhren und hauptsächlich in den Cylindern, indem es zu gleicher Zeit zur Vermehrung des Ueberschusses von dem Druck in dem Kessel beiträgt, offenbar eine unmittelbare Ursache des Wärmeverlustes und folglich des Nutzeffectes von dem Brennmaterial. Um die Ursachen zu entwickeln,

und die Umstände zu bestimmen, wodurch dieser theilweise Niederschlag des Dampfes in den Cylindern und in den Röhren entsteht, würde uns jedoch hier zu weit führen, indem mir alsdann eine Menge von den Eigenschaften entwickeln müssten, welches offenbar in dem vorliegenden Werke nicht geschehen kann. Wir müssen uns daher hier damit begnügen, die hauptsächlichsten Mittel anzugeben, um diese theilweise Verdichtung des Dampfes zu verhindern.

Mäntel um den Cylindern. Eins der vorzüglichsten Mittel zur Verminderung der Dampfverdichtung in den Cylindern besteht darin, dieselben mit einem Cylinder zu umgeben, wie es schon bei den älteren einfach wirkenden Watt'schen Maschinen der Fall war, und wie es bei den Wasserhaltungs-Dampfmaschinen in Cornwall ebenfalls der Fall ist. In Cornwall, wo diese Praxis jedoch noch nicht lange stattfindet, und wo man eine wöchentliche Nachweisung von dem Nutzeffect der Maschinen und von dem Brennmaterialienverbrauch giebt, hat man, durch Einführung der Mäntel um den Cylindern, eine Vermehrung von $\frac{1}{10}$ des Nutzeffects mittelst eines gegebenen Gewichts von Brennmaterial erreicht. Die in Frankreich angestellten Versuche mit doppelt wirkenden Maschinen, mit Condensation und sehr ausgedehnter Expansion, indem die Dämpfe nur während eines Zehntels von dem Kolbenlauf zugelassen wurden, geben noch weit höhere Resultate zu Gunsten der Mäntel um den Cylindern und mit Circulation von Dampf in dem Zwischenraume zwischen beiden. Nach diesen Versuchen veranlasst der Mantel eine Ersparung von 30—40 Procent an dem Brennmaterial. Ohne nun zugestehen zu wollen, dass der Vortheil bei allen Maschinen so bedeutend sey, bleibt es dennoch gewiss, dass man auf diese Weise eine bedeutende Brennmaterialersparung erlangt.

Aeussere Erwärmung der Cylinder mittelst der heissen Gase, welche sich auf dem Roste des Heerdes entwickeln. Es dürfte vielleicht sehr vortheilhaft seyn, statt der Mäntel mit Dampf, solche anzuwenden, in denen man einen Theil von den heissen Gassen anwendet, die sich bei der Verbrennung in den Kesselheerden entwickeln. Da diese Gase stets eine weit höhere Temperatur als der Dampf haben, so müsste man, wenn man zu diesem Verfahren griffe, Mittel beibehalten, um die Temperatur innerhalb des Mantels zu reguliren. Eine zu hohe Temperatur würde das Fett oder Oel im Cylinder, über dem Kolben, zersetzen, und Veranlassung zu einer bedeutenden Vermehrung der Reibung, sowie zu einer schnellen Abnutzung der Kolbenliderung, geben. Uebrigens würde man sehr leicht zur Regulirung der Temperatur der um den Cylinder circulirenden Gasströme gelangen, wenn man mit den heissen Gasen ein gewisses Verhältniss von atmosphärischer Luft einströmen liesse. Soviel wir wissen, ist diess hier angegebene Verfahren noch nicht angewendet worden. Jedoch lässt man bei einigen Wasserhaltungs-Dampfmaschinen in Cornwall und namentlich bei denen in Eastcrinnis die heissen Gase mehrerer kleiner Heerde, welche um den Cylindern angebracht sind, circuliren.

Folgerungen aus den mitgetheilten Thatsachen. Aus den mitgetheilten Thatsachen machen wir die Folgerungen, dass die Ausströmung des Dampfes aus dem Cylinder durch grosse Dimensionen des Exhaustionsventils und der zum Condensator führenden Röhren erleichtert werden; dass es aus demselben Zwecke von Wichtigkeit sey, dass die Oeffnung des Exhaustionsventils grösser sey, als die des Admissionsventils am entgegengesetzten Ende des Cylinders; dass die Expansion des Dampfes zur Verminderung des Gegendrucks in dem Cylinder dadurch beitrage, dass der Dampf

schon einen gewissen Grad der Verdünnung erreicht habe, ehe das Exhaustionsventil geöffnet wird, und dass ausser diesem unmittelbaren Vortheil die Expansion noch den hat, den Widerstand leistenden Druck hinter dem Kolben einer Maschine zu vermindern; dass dieser Gegendruck durch das Vorhandenseyn von Wasser in dem Cylinder, in dem Augenblicke, in welchem sich das Exhaustionsventil öffnet, welches in denselben eingeführt oder in demselben niedergeschlagen worden ist, vermehrt werde, und dass es auch in dieser Beziehung von Nutzen sey, den Cylinder mit einem Mantel zu umgeben, der einen Raum bildet, in welchem Dampf, oder eine andere äussere Wärmequelle gelangt.

Alles diess ist auch jetzt allgemein zugestanden und wird auch von intelligenten Maschinenbauern wohl berücksichtigt. Dennoch werden die Mäntel noch nicht so allgemein angewendet, als es zu wünschen wäre; ebenso, wie man noch jetzt viele doppelt wirkende Maschinen mit Schiebern erbaut, bei denen der Dampf bis zum Ende des Kolbenlaufs zugelassen wird; in andern ist das Voreilen des Schiebers bei'm Ausströmen des Dampfes nicht hinreichend; bei fast allen Maschinen, wo der Dampf mittelst eines Schiebers vertheilt wird, dringt der Dampf durch dieselbe Oeffnung ein, mittelst welcher er auch entweicht, und deren Durchschnitt zwar hinreichend für das Einströmen, aber nicht für das Ausströmen ist. Man müsste demnach diesen Querschnitt vergrössern und ihn fast gleich $\frac{1}{10}$ von der Kolbenoberfläche der Maschinen machen, bei denen die Expansion nicht sehr ausgedehnt benutzt wird, oder man müsste getrennte Oeffnungen für das Ein- und für das Ausströmen der Dämpfe haben, wodurch das System der Vertheilung nicht sehr verwickelt werden würde. Endlich hat man auch erst in diesen letztern Zeiten einige wirksame Maassregeln gegen das so nachtheilige Mitführen von Wasser in den Dämpfen getroffen.

Verbesserungen, deren die Cornwalliser Maschinen fähig sind. Nutzeffect und Brennmaterialverbrauch derselben. Der Nutzeffect, bestimmt durch das Product des gehobenen Wassers in der ganzen Höhe der Pumpen, betrug 28 Procent weniger, als die dem Kolben ertheilte Kraft, welche die Figur des Indicators angiebt, und welcher sehr wahrscheinlich ein Verbrauch von etwa 4,2280 Wasserdampf entspricht, so dass der Nutzeffect des Kilogramm Dampf in 24000 Kilogr. Wasser, auf 1 Meter erhoben, bestehen würde.

Diese Leistung, wobei jedoch der Verlust der Pumpen nicht berücksichtigt worden ist, kann durch diese Ursache noch um 10 Procent vermindert werden, welches sie auf 22000 Kilogrammmeter reduciren würde.

Das Verhältniss der erlangten Leistung zu dem Brennmaterialverbrauch hängt ebenfalls noch von dem Wasser ab, welches durch jedes Kilogramm Steinkohle verdampft worden ist; die Qualität der Steinkohle, die Construction des Kessels, die Leitung des Feuers haben hier einen sehr bedeutenden Einfluss, auf welchen wir zurückkommen werden. Hier beschränken wir uns auf die Bemerkung, dass die Menge des verdampften Wassers bei gut eingerichteten Kesseln und bei gutem Brennmaterial im Allgemeinen 6 bis 8 Kilogr. beträgt. Das Kilogr. Steinkohlen, welches nur 6 Kilogr. Dampf producirt, würde demnach einen Nutzeffect von 132000 Kilogrammmetern geben. Da die Dampfkraft mit 75 Kilogr., in der Secunde 1 Meter hoch gehoben, oder durch 270,000 Kilogr., in der Stunde 1 Meter hoch gehoben, ausgedrückt wird, so würde die Pferdekraft einen Verbrauch von 2 Kilogr. Steinkohlen in der Stunde ver-

anlassen. Die Kilogramm Steinkohlen, welche 8 Kilogramm Wasser verdampft, würde 176000 Kilogrammeter geben, und der Verbrauch auf die Pferdekraft würde alsdann nur 1,53 Kilogr. Steinkohlen in der Stunde betragen.

Dürfen aber diese Resultate, die gewiss von den meisten der guten Cornwalliser Maschinen erreicht und von manchen übertroffen werden, so vortheilhaft sie auch erscheinen mögen, als die Gränze des Möglichen angesehen werden? Offenbar nicht. Es ist ein letzter Fortschritt ausführbar, jedoch nur unter der Bedingung der Verstärkung des anfänglichen Drucks in dem Cylinder, und hauptsächlich durch die Benutzung der Expansion in ausgedehnteren Gränzen, als es jetzt allgemein der Fall ist. Bei der Ausführung würde jedoch eine grosse Schwierigkeit stattfinden. Es ist diess nämlich die bedeutende Ungleichheit der Triebkraft, welche auf den Kolben der Maschine wirken würde: zu Anfang seines Laufs würde er gewissermaassen einen heftigen Stoss von dem einströmenden Dampfe erhalten, worauf der bewegende Druck sich bis zu Ende des Laufs sehr rasch vermindern würde. Desshalb ist es nöthig, die mit der Kolbenstange verbundenen Massen zu vermehren, um die Mitführung des flüssigen Wassers zu vermeiden, und dem Kolben, der Kolbenstange und den übrigen Theilen solche Dimensionen zu geben, welche ihn fähig machen, den augenblicklich ausserordentlichen Kraftäusserungen zu widerstehen. Stets sind diese Schwierigkeiten von der Art, dass sie von der Geschicklichkeit des Maschinenbauers überwunden werden können. Würden sie nicht zum Theil vermieden werden können, wenn man auf die Woolf'schen Maschinen mit zwei Cylindern zurückkäme, deren Einrichtung vereinfacht werden könnte? Es würde dadurch auch möglich werden, die Triebkraft, ohnerachtet der grössern Expansion des Dampfes, minder ungleich zu machen, indem der Dampf nur in einem kleinern Cylinder den vollen Druck ausüben würde, dessen hintere Fläche nie in Berührung mit dem Condensator stehen würde.

Bereits im Jahre 1840 scheint man in Cornwall Versuche dieser Art gemacht zu haben, die einen guten Erfolg hatten. Zu Cornbrea fand Herr Piot auf seiner damaligen bergmännischen Reise durch England eine Wasserhaltungsmaschine von folgender Einrichtung. Sie hatte zwei Cylinder, von denen der eine über dem andern stand; der eine hatte 50 Zoll (1,27 Meter) im Durchmesser, während der andere viel weiter war. Zwei Kolben, die an einer Stange befestigt waren, bewegten sich in den beiden Cylindern der einfach wirkenden Maschine. Der auf die obere Seite des kleinen Kolbens zugelassene Dampf expandirte sich unter dem grossen, wenn man das Gleichgewichtsventil öffnete; er drang nie in den Raum zwischen den beiden Kolben. Die Leistung dieser Maschine war höher, als die aller übrigen Cornwalliser Maschinen, er betrug 323400 Kilogramm Wasser, durch 1 Kilogramm Steinkohlen 1 Meter hoch gehoben.

Herr Piot sah die Maschine nicht selbst und kann daher keine andern Nachrichten darüber mittheilen. Das Gesagte giebt aber den Beweis, dass die Cornwalliser Maschinenbauer sich bemühen, die dort gewöhnlichen Maschinen immer mehr zu verbessern.

Dieselben allgemeinen Grundsätze lassen sich auf die doppelt wirkenden Maschinen anwenden. Es ist vollkommen unnütz, bei diesen letztern Kessel anzuwenden, in denen Dampf von 5 bis 6 Atmosphären erzeugt wird, wenn man nicht die Expansion des Dampfes in grösseren Verhältnissen benutzt, als es gewöhnlich, selbst bei den besten Maschinen, der Fall ist, und wenn man nicht solche Einrichtungen anbringt, dass der anfängliche Druck in dem Cylinder im Wesentlichen dem im Kessel gleich sey. Nun

sind aber doppeltwirkende Maschinen vollkommen zu solchen Combinationen geeignet, weil der an den Gränzen seines Laufs angelangte Kolben nur einen sehr kleinen Raum im Verhältniss zu dem Bogen beschreibt, in welchem sich das Schwungrad dreht. Demnach ist der Bogen, dessen Pfeil $\frac{1}{100}$ von dem Durchmesser, gleich $\frac{64}{1000}$ von der ganzen Peripherie und $\frac{128}{1000}$ von der halben. Nimmt man daher am Schwungrade eine gleichförmige Geschwindigkeit an, so wird der Kolben sie dazu benutzen, das letzte 100-Theil des Laufs zu vollenden, und das erste 100-Theil von dem folgenden Laufe zu beginnen, welches gleich $\frac{128}{1000}$ eines vollständigen Laufes seyn wird. Giebt man daher bei dem Einströmen des Dampfes ein geringes Voreilen, indem man die Eintrittsöffnung etwas eher öffnet, als der Kolben seinen Lauf vollbracht hat, so wird man dadurch den besten Bedingungen entsprechen, damit der Raum zwischen dem Admissionsventil und dem zur Gränze seines Laufs gelangten Kolben gänzlich mit Dampf von dem Drucke des in dem Kessel vorhandenen ausgefüllt seyn wird, welches jedoch natürlich nur zu Anfange des Kolbenlaufs der Fall seyn kann. Der Gegendruck, der durch dieses Voreilen bei'm Einströmen entsteht, wird nur zu einem unbedeutenden Widerstande Veranlassung geben; es wird diess endlich so seyn, als wenn der freie Raum um das Volum vermehrt worden wäre, welches der Kolben während des Bruchs seines Laufs, der dem Voraneilen entspricht, erzeugt hat. Da nun das Einströmen des Dampfes aufhört, sobald der Kolben in einer sehr geringen Entfernung von seinem Laufe angekommen seyn wird, so wird man die Expansion in einem bedeutenden Verhältnisse benutzen, indem man das Volum des Dampfes in dem Verhältnisse von 1 zu 10 oder zu 12 zunehmen lässt, und zwar diess in einem einzigen Cylinder und in dem Verhältnisse von 1 zu 20 oder zu 30 in einer Maschine mit zwei Cylindern. Man wird zwar in den Maschinen mit einem Cylinder einen grossen Theil der Triebkraft opfern, die mit vollem Drucke wirkt, und hauptsächlich die Expansion benutzen; allein wenn der Druck des Dampfes bedeutend ist, wenn er, z. B., 5 Atmosphären erreicht, und man lässt ihn sich so ausdehnen, bis dass er das Zwölffache seines ursprünglichen Volums einnimmt, so ist der Effect, welcher von der Expansion herrührt, bei Maschinen mit Condensation und Cylindermänteln weit bedeutender, als bei mit vollem Drucke wirkenden Dampfe.

Durch die Benutzung der Expansion in immer stärkern Verhältnissen sind die Maschinenbauer schon dahin gelangt, den Brennmaterialverbrauch der Rotationsmaschine von geringer oder mittlerer Kraft bedeutend zu vermindern. Es muss auch der Watt'sche Centrifugalmoderator oder Regulator erwähnt werden, welcher die Abweichungen der Winkelgeschwindigkeiten des Schwungrades unter veränderlichen Belastungen der Maschine beschränkt, indem er auf den Schieber oder auf das Admissionsventil wirkt, und auf diese Weise den bei einem Kolbenzuge verbrauchten Dampf mit der Belastung in's Verhältniss bringt, statt auf das sogenannte Kehlventil (*soupape à gorge*) zu wirken, welches eine Verengung der Röhre veranlasst, durch welche der Dampf aufgefangen wird, und den endlichen Druck in dem Cylinder vermindert, damit die Triebkraft mit den Widerständen abnimmt.

Maschinen mit zwei Cylindern. Mittel, den schädlichen Einfluss des freien Raums aufzuheben. Die Maschinen mit zwei Cylindern sind weit geeigneter zur Benutzung des Dampfes unter einem anfänglichen hohen Drucke, nicht allein, weil die Wirkung des Motoren minder ungleich ist, sondern auch, wie ich nachweisen werde, dadurch, dass man durch einfache Mittel den schädlichen Einfluss des

Raumes zwischen dem an die Gränze seines Laufs gelangten Kolben und dem Admissionsventil aufheben kann. Bekanntlich bestehen die Woolf'schen Maschinen aus zwei nebeneinander stehenden Cylindern von ungleichen Durchmessern, die gewöhnlich einen und denselben Mantel haben. Die sich in diesen Cylindern bewegenden Kolben haben einen wenig verschiedenen Lauf und sind so an einem Ende des Balanciers befestigt, dass sie zusammen auf- und niedergehen. Der Dampf gelangt aus dem Kessel zuerst in den kleinen Cylinder, wo er während eines bestimmten Bruchs zugelassen wird und sich alsdann bis zu dem Ende seines Laufes ausdehnt. Wir wollen annehmen, dass er bei dem Niedergange wirke; wenn er geendigt ist, so gelangt der Dampf des Kessels auf die untere Fläche des kleinen Kolbens, während welcher Zeit, dass derjenige, womit der kleine Cylinder angefüllt war, durch eine Verbindungsröhre in den grossen Cylinder übergeht, wo er auf die untere Fläche des Kolbens drückt und der ausgedehnte Dampf in dem grossen Cylinder nach dem Condensator strömt. Der Dampf erleidet demnach in dem kleinen Cylinder eine erste Ausdehnung und dehnt sich von Neuem in dem grossen Cylinder aus. In dem Augenblicke, wo der Durchgang zum Condensator geöffnet ist, füllt er den ganzen zweiten Cylinder an, sowie auch die Verbindungsröhre zwischen den entgegengesetzten Enden der beiden Cylinder, und auch noch die freien Räume zwischen den Böden der beiden Cylinder und dem Kolben, welche zu den Gränzen ihres Laufs gelangt sind.

Wirkliche Ursachen des grossen Nutzeffects der Cornwalliser Maschinen. Es ist demnach zu hoffen, dass die Maschinen mit zwei Cylindern, bei denen man die Einrichtungen anwenden wird, die ich hier vorschlage, in Beziehung auf die Brennmaterialersparung, nicht allein die besten doppelt wirkenden Maschinen, sondern auch die vollkommensten einfach wirkenden Maschinen in Cornwall übertreffen werden. Ich glaube, dass man sich täuscht, wenn man annimmt, dass die Vorzüge der letztern lediglich von ihren starken Dimensionen, von ihrer bedeutenden Kraft und besonders davon herrühren, dass sie einfach wirkend sind. Ihre Dimensionen sind nicht so, als erforderlich ist, um die Expansion des Dampfes in einem höhern Verhältnisse, als das Achtfache des unsprünglichen Volums beträgt, zu bewirken. Der anfängliche Druck in dem Cylinder ist bei diesen Maschinen sehr häufig unter dem im Kessel, und es ist weit leichter, eine Gleichheit dieses Drucks bei Rotationsmaschinen zu erlangen, die mit einem Schwungrade versehen sind, als bei einfach wirkenden Maschinen ohne Schwungrad. Die wirklichen Ursachen von den Vorzügen der Cornwalliser Maschinen scheinen in der Einfachheit des Mechanismus, der Vollkommenheit der Construction, dem Gebrauch der Mäntel, in den genauen Vorsichtsmaassregeln, welche gegen die Wärmeverluste getroffen worden sind, in der Verhältnissmässigkeit, die man leicht zwischen der Ausdehnung der Dampfadmission und der Belastung der Maschine herstellen kann, in dem Verschlusse des Gleichgewichtsventils vor der Vollendung des aufsteigenden Kolbenlaufs, wodurch der schädliche Einfluss des freien Raums vermindert wird, zu liegen. Ich füge noch hinzu, dass der Raum über dem Kolben, in welchem der Dampf bei seinem Ausströmen aus dem Kessel hinzugelassen ist, niemals in Verbindung mit dem Condensator steht, und dass die Verbindung zwischen diesem und dem untern Theile des Cylinders mittelst sehr weiter Röhren und Oeffnungen stattfindet.

Würde dasselbe, und in einem noch weit höhern Grade, bei Maschinen mit zwei Cylindern stattfinden, die mit Ventilen oder Schiebern versehen sind, welche eine solche Einrichtung und Regulirung haben, dass sie die Verbindung zwischen dem kleinen und

dem grossen Cylinder an dem passenden Puncte unterbrechen, der stets weit vor dem Ende des Kolbenlaufs sich befinden wird, so würden diese noch bessere Leistungen geben. Es sind diese Bedingungen mittelst der bekannten Mechanismen leicht auszuführen. Das einzige Nachtheilige besteht darin, dass, wenn die Maschine alle ihre Vortheile bewähren sollte, indem sie unter veränderlichen Belastungen wirkt, es nicht hinreichend seyn würde, dabei einen Moderator anzuwenden, welcher, wie der der Maschinen von Farcot und Meyer, die Admission des Dampfes in dem Cylinder regulirte; sondern es müsste die bei der Ausdehnung der Admission angebrachte Veränderung, eine in derselben Richtung bei der Regulirung der Ventile oder Schieber mit sich führen, welche die Verbindung zwischen den entgegengesetzten Enden der beiden Cylinder regelte. Man könnte dahin gelangen, einen Mechanismus zu combiniren, welcher die beiden Arten von Schiebern in dem zweckmässigen Verhältnisse erhält. Allein selbst dann, wenn man dieser Vervollkommnung nichts hinzufügte, wenn man die Maschine auf solche Weise einrichtete, dass sie unter dem Maximum der Belastung, welche im Allgemeinen die gewöhnliche ist, den Dampf in den kleinen Cylinder bis zur Mitte des Kolbenlaufs einliesse, würde es der Fall seyn, dass, wenn das Spiel der Ventile oder Schieber, welche die Verbindung zwischen beiden Cylindern herstellen, darnach regulirt worden ist, dass, wenn man weniger Dampf einliesse, sobald die Maschine nicht so belastet wäre, die Verbindung zwischen den beiden Cylindern zu spät geschlossen seyn würde; der Druck des Dampfes hinter dem kleinen Kolben, am Ende des Laufs, würde daher dem anfänglichen Drucke noch nicht gleich gekommen seyn. Der schädliche Einfluss des freien Raumes würde nicht gänzlich aufgehoben seyn, wie bei dem normalen Gange; allein er würde stets vermindert seyn, und der Verlust an Leistungen bei dem vollen Drucke des einströmenden Dampfes würde zum Theil durch eine ausgedehntere Expansion wiederum ausgeglichen werden.

Der Balancier kann bei den Wasserhaltungsmaschinen weggelassen werden. Da die einfach wirkenden Expansionsmaschinen nach dem Cornwalliser Systeme ohne Zweifel die vollkommensten von den gewöhnlich angewendeten sind, so beschreibe ich die Wasserhaltungs-Dampfmaschinen von einer minder guten Construction, sowie man sie noch auf vielen Gruben findet, wo man den Brennmaterialaufwand nicht viel zu berücksichtigen braucht, nicht. Man kann übrigens mit Beibehaltung des Cornwalliser Systems verschiedene Einrichtungen anwenden. So ist es möglich, den Balancier gänzlich wegzulassen, indem man den Cylinder der Maschine über dem Schachte anbringt, und indem man das Schachtgestänge unmittelbar mit der Kolbenstange verbindet, welche durch den Boden des Cylinders geht. Der treibende Dampf wird alsdann unter dem Kolben zugelassen, und der Kolbenlauf der Kunstsätze ist derselbe, wie bei der Dampfmaschine. Diese Einrichtung, welche gleich der ist, wovon die Wassersäulenmaschine zu Huelgoat ein Beispiel darbietet, wird auf vielen preussischen und belgischen Gruben bei der Wasserhaltung angewendet.

Von den Heerden und Kesseln. Wir müssen nun noch die Gestalten der Kessel und ihrer Heerde, wenigstens derjenigen kennen lernen, welche zur Dampfproduction am zweckmässigsten sind.

Gewöhnlich wendet man cylindrische Kessel mit zwei oder mehreren Siederöhren an, wenn die Elasticität des Dampfes anderthalb oder höchstens zwei Atmosphä-

ren übersteigt. Bei Niederdruckmaschinen wendet man noch häufig die Watt'schen sogenannten Kofferkessel an*).

Wassermenge, welche durch 1 Kilogr. Steinkohlen verdampft wird. In den verschiedenen Werken über Dampfmaschinen findet man, dass durch die Verbrennung von 1 Kilogr. Steinkohle auf den Rösten cylindrischer Kessel mit Siederöhren 5 bis 6 Kilogr. Wasser verdampft. Als ein ausserordentliches Resultat führt Herr Peclet, in seinem Werk über die Wärme, eine mittlere Verdampfung, von 7,20 Meter an, welche Herr Eduard Köchlin erlangt haben will. Man empfiehlt, dass die Heizoberfläche des Kessels, worunter man die Oberfläche versteht, welche direct der Einwirkung der Flamme ausgesetzt ist, sowie auch die, welche die heissen Gase, die Rückstände von der Verbrennung in den Canälen, welche sie durchströmen, ehe sie durch die Esse entweichen, belecken, proportional der Wassermenge seyen, welche man in einer gegebenen Zeit verdampfen will, und die 20 bis 25 Kilogramm Dampf in der Stunde zu liefern hat.

Diese Versicherungen stimmen übrigens mit den practischen Erfahrungen mehrerer Fabrikanten und Besitzer von Dampfmaschinen überein, welche bei den Versuchen mit verschiedenen Steinkohlensorten auf den Rösten ähnlicher Kessel gefunden haben, dass die Mengen von Dampf, welche durch 1 Kilogr. Steinkohle erzeugt wurden, 5 bis $5\frac{1}{2}$ Kilogr. betrugen, je nach der schlechtern oder bessern Beschaffenheit der Steinkohlen, dass sie sich zuweilen auf 6 Kilogramm erhoben, aber diese letztere Zahl selten überstiegen.

Wassermenge, welche in den Cornwalliser Kesseln verdampft wird. Mehrere mit den Kesseln der Wasserhaltungs-Dampfmaschinen in Cornwall angestellte Versuche und Beobachtungen, wobei man die Speisewasser der Kessel maass, sind in diesen letztern Jahren bekannt gemacht und mit den wöchentlichen Tabellen über den Nutzeffect der Maschinen verbunden. Nach diesen Beobachtungen würde 1 Kilogr. Steinkohlen bei einem regelmässigen Gange 8, oft 9, zuweilen selbst bis 10 Kilogr. Wasser und darüber verdampft haben. Resultate, die von der gewöhnlichen Praxis so weit entfernt waren, fanden natürlich bedeutenden Widerspruch.

Die schon erwähnten, von Wicksteed zu Oldford mit Watt'schen Kofferkesseln und mit Cornwalliser Kesseln angestellten Versuche lassen nicht daran zweifeln, dass, wenn einige von denen, in den wöchentlichen Tabellen in Cornwall bekannt gemachten Resultaten genau sind, die durch die Verbrennung 1 Kilogr. Steinkohlen zu verdampfende Wassermenge das von den cylindrischen Kesseln mit zwei Siederöhren erhaltene Product nicht wesentlich übersteigt. Dabei ist es aber erforderlich, dass die Kessel grosse Dimensionen und eine ausgedehnte Heizoberfläche haben, und dass die Rostoberflächen weit grösser seyen, als es gewöhnlich der Fall ist.

Wir theilen die Resultate, welche Herr Wicksteed zu Oldford erreichte, hier mit und geben auch nach ihm eine Beschreibung und Abbildung der beiden Kesselsysteme, mit denen die Versuche angestellt wurden.

Watt'sche Kessel für Niederdruck und Cornwalliser Kessel für mittlern Druck. Der Watt'sche Kessel, Fig. 1 u. 2, Taf. 62, wird durch einen mechanischen Vertheiler, den sogenannten Stanley'schen Fütterer *(feeder)*, welcher

*) Wir haben hier auf zwei sehr wichtige Werke zu verweisen, die unter unserer Bearbeitung bei dem Verleger dieses Werkes erschienen sind, nämlich auf das Handbuch der Behandlung, Bedienung, Heizung und Conservirung der Dampfmaschine, und auf die Grundsätze der Feuerungskunde. H.

die in kleine Stücke zerschlagenen Steinkohlen fortwährend auf den Rost wirft, geschürt. Der Rauch und die Gase, die von der Verbrennung herrühren, gehen zuvörderst unter dem concaven Boden des Kessels weg und kommen durch die durch den Kessel gehende Röhre *A* nach Vorn zurück.

Bei'm Ausgange aus dieser Röhre gabelt sich der Strom, und seine beiden Arme vereinigen sich von Neuem am Fusse der Esse, nachdem sie die die Seitencanäle *B, B'* durchströmt haben. Es liegen zwei solcher Kessel nebeneinander in demselben Gemäuer, und es dienen diese Kessel zur Speisung der Watt'- und Boulton'schen Maschine.

Die Cornwalliser Maschine desselben Wasserwerks wird von 4 cylindrischen Kesseln bedient, ähnlich denen, welche in den Figg. 3 u. 4 dargestellt worden sind. Ein jeder dieser Kessel besteht aus einem äussern Cylinder, aus einem innern, mit dem erstern nicht concentrischen Cylinder, in dessen Innern vorn der Rost angebracht ist. In diesem inneren Cylinder ist eine cylindrische Siederöhre angebracht, jedoch bloss in dem Theile jenseit des Rostes; ihr Kopf springt vor dem Hintertheile des Ofengemäuers vor; nachdem der Strom von der Flamme und von den heissen Gasen um diese Siederöhre in dem innern Cylinder, welcher den Heerd enthält, circulirt hat, gabelt er sich und kommt nach Vorn zurück, indem er in die Seitencanäle *B, B* übergeht; die beiden Arme vereinigen sich hier von Neuem und gehen unter dem Kessel durch, um in die Esse einzuströmen. Das Einschüren des Brennmaterials geschieht mit der Hand.

Die folgende Tabelle enthält die Dimensionen der Kessel im französischen Maasse.

Dimensionen der cylindrischen Cornwalliser Dampfkessel.

Nummer.	Länge des Kessels.	Durchmesser des Kessels.	Durchmesser d. Röhre, welche den Heerd enth.	Länge der Feuerröhre.	Durchmesser der innern Siederöhre.	Heizoberfläche.	Volum des Wassers in dem Kessel.	Volum des Dampfes in dem Kessel.	Rost. Länge.	Rost. Breite.	Rost. Ganze Oberfläche.	Rost. Durchgang für d. Luft.	Dem Feuer ausgesetzte Oberfläche. Länge.	Dem Feuer ausgesetzte Oberfläche. Breite.	Dem Feuer ausgesetzte Oberfläche. Ganze Oberfläche.	Ganze Länge der Canäle.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
	Met.	Met.	Met.	Met.	Met.	Quad.-Met.	Cub.-Met.	Cub.-Met.	Met.	Met.	Qu.-Met.	Qu.-Met.	Met.	Met.	Qu.-Met.	Met.
1	8,344	1,971	1,168	7,010	0,558	74,505	12,515	4,021	1,587	1,143	1,811	0,390	1,587	2,050	3,344	25,490
2	8,473	,981	1,168	6,978	0,558	74,227	13,052	3,708	1,587	1,143	1,811	0,390	1,587	1,981	3,140	25,474
3	8,483	1,981	1,174	6,994	0,558	74,598	12,574	4,077	1,562	1,143	1,783	0,384	1,562	1,981	3,091	25,591
4	8,257	1,975	1,219	6,773	0,558	73,205	11,325	3,114	1,587	1,219	1,932	0,406	1,587	2,050	3,344	24,780

Kofferförmiger Watt'- und Boulton'scher Kessel.

	7,367	1,799	0,914 0,762	7,239	-	54,62	12,95	9,82	2,349	1,474	3,461	0,346	2,349	1,600	3,755	23,774

Die Blechstärke beträgt 12,7 Millimeter ($\frac{1}{2}$ engl. Zoll), bei den Cornwalliser Kesseln.

Die kofferförmigen Kessel bestehen aus Blechtafeln von verschiedener Stärke. Am Boden und an den Seiten, bis 0,60 Meter Höhe, haben die Blechtafeln eine Stärke von 9,5 Millimeter ($\frac{3}{8}$ engl. Zoll); an dem übrigen Theile der Seiten beträgt ihre Stärke 7,9 Millim. ($\frac{5}{16}$ Zoll); auf dem Deckel 6,3 Millimeter ($\frac{1}{4}$ Zoll). Folgendes sind die Resultate von einigen der Versuche des Herrn Wicksteed:

Die 4 cylindrischen Cornwalliser Kessel sind miteinander im Betriebe, und da das Feuer so geleitet wird, dass die Verbrennung sehr langsam ist, so verbrannte man auf den 4 Rösten 21308 Pfund (9661,36 Kilogramm Steinkohlen, in 118$\frac{1}{2}$ Stunden, um 174710 Pfund (79216,10 Kilogr. Wasser zu verdampfen. Es ist diess die langsamste Verbrennung, über welche der Verfasser Beobachtungen angestellt hat.

Bei einem lebhaften Feuer unter denselben Kesseln verbrannte man auf den 4 Rösten 99120 Pfund (44942,47 Kilogr.) in 288 Stunden, um 861127 Pfund (390447,71 Kilogr.) Wasser abzudampfen.

Das angewendete Brennmaterial bestand in besten, kleinen Newcastler Steinkohlen.

Die Kessel waren mit Asche bedeckt, um Wärmeverlust zu vermeiden.

Man sieht, dass bei einer sehr langsamen Verbrennung mit 1 verbrannten Kilogr. Steinkohle 8,199 Kilogr. Wasser verdampft worden waren, und bei einer raschern Verbrennung mit derselben Brennmaterialmenge 8,687 Kilogr. Wasser. Herr Wicksteed corrigirt diese Resultate, um die Temperaturen der Speisewasser zu berücksichtigen, welche er auf 80° F. (26,66° C.) zurückführt, und substituirt für die obigen Zahlen 8,258 und 8,605 Kil. Das Wasser wurde in dem ersten Falle bei 71,5° F., und in dem zweiten Falle bei 91° F. aufgefangen.

Nimmt man das Verhältniss des abgedampften Wassers und des verbrannten Brennmaterials zu den oben angeführten Dimensionen der Kessel, so gelangt man zu den folgenden Resultaten:

Art u. Weise der Verbrennung.	In der Stunde verbrannte Steinkohlenmenge.	Auf das Quadratmeter Rostoberfläche und in der Stunde verbrannte Steinkohlenmenge.	Auf das Quadratmeter Rostoberfläche und in der Stunde verdampftes Wasser.	Auf das Quadratmeter Heizoberfläche und in der Stunde verdampftes Wasser.	Auf das Quadratmeter directe Heizoberfläche und in der Stunde verdampfte Wassermenge.	Wasser von 26,66°, durch die Kilogr. Steinkohle verbrannt.
	Kil.	Kil.	Kil.	Kil.	Kil.	Kil.
Sehr langsam	81,53	11,11	91,75	2,266	52,115	8,258
Langsam . .	156,05	21,26	182,94	4,528	103,941	8,605

Da die kofferähnlichen Kessel nur am Tage betrieben wurden, so verbrannte man in 82$\frac{1}{4}$ Betriebsstunden, 15158,56 Kilogr. Steinkohlen, um 127159,28 Kilogr. Wasser, welches von 92° F. in den Kessel gelangte, d. h., 8,388 Kilogr. Wasser mit 1 Kilogr. Steinkohle zu verdampfen. Diese Zahl ist von Herrn Wicksteed auf 8,301

Kilogr. vermindert, um das Wasser auf eine Temperatur von 80 ° F. zurückzuführen, und um die Versuche vergleichbar zu machen.

Man hatte demnach für den kofferförmigen Kessel:

Art u. Weise der Verbrennung.	In der Stunde verbrannte Steinkohlenmenge.	Auf das Quadratmeter Rostoberfläche und in der Stunde verbrannte Steinkohlenmenge.	Auf das Quadratmeter Rostoberfläche und in der Stunde verdampftes Wasser.	Auf das Quadratmeter Heizoberfläche und in der Stunde verdampftes Wasser.	Auf das Quadratmeter directe Heizoberfläche und in der Stunde verdampfte Wassermenge.	Wasser von 26,66 °, durch das Kilogr. Steinkohle verbrannt.
	Kil.	Kil.	Kil.	Kil.	Kil.	Kil.
Lebhaft . . .	184,298	53,25	442,028	28,009	407,418	8,301

Der Kofferkessel wurde durch mehrere Mäntel von einem filzartigen Stoffe gegen die Wärmeverluste geschützt, allein er war nur am Tage im Betriebe, und Herr Wicksteed fand, dass, wenn er fortwährend in Thätigkeit sey, wie die 4 Cornwalliser Kessel, die Menge des von 1 Kilogr. Steinkohle verdampften Wassers 2,38 Procent mehr betragen würde, so dass, wenn der Kessel in fortwährendem Betriebe gewesen wäre, 1 Kilogr. Steinkohle 8,499 Kilogr. Wasser statt 8,301 Kilogr., welches bei 26,66 ° C. in den Kessel aufgenommen worden, verdampft haben würde.

Auf einer andern Seite muss bemerkt werden, dass die Spannung der Dämpfe in den Cornwalliser Kesseln sich bis auf 51,7 Pfund auf den englischen Quadratzoll ($3\frac{2}{3}$ Atmosphären oder 3,633 Kilogr. auf das Quadratcentimeter) erheben konnte, während er in dem kofferartigen Kessel nie eine Spannung von 17,7 Pfund auf den Quadratzoll (1,24 Kilogr. auf das Quadratcentimeter oder $1\frac{1}{4}$ Atmosphären) überstieg. Das Wasser war daher in dem letztern Kessel in einer Temperatur von etwa 105 °, und in dem erstern von fast 140 °. Die Blechstärke war demnach auch viel bedeutender in dem Cornwalliser, als in dem Kofferkessel; beide Umstände sind für die Durchlassung der Wärme zu dem in den cylindrischen Kesseln enthaltenden Wasser ungünstig. Endlich scheint aus dem kofferartigen Kessel eine gewisse Quantität Wasser mit dem Dampfe fortgerissen zu seyn, welches bei den cylindrischen Kesseln sicher nicht der Fall war.

Aus den mitgetheilten Resultaten kann man, wie es mir scheint, folgern: 1) dass es in Beziehung auf Brennmaterialersparung vortheilhaft sey, den Rost und die Heizoberfläche, wie bei den cylindrischen Kesseln von Oldford (Cornwalliser System), zu vergrössern; 2) dass eine sehr langsame Verbrennung den Nutzeffect des auf dem Roste verbrannten Brennmaterials um etwa 4 Procent vermindert; 3) dass eine langsame Verbrennung, bei welcher man etwa 21 bis 22 Kilogr. Steinkohlen in der Stunde auf das Quadratmeter Rost verbraucht, die vortheilhafteste ist, wenn die Heizoberflächen bedeutend sind; 4) dass die mit den kofferförmigen Kesseln erlangten Resultate, bei einer innern Röhre zur Circulation der heissen Gase und des Rauchs, mitten in der Wassermasse, und welche etwa 28 Kilogr. Dampf in der Stunde und auf das Quadratmeter Heizoberfläche produciren, indem die in der Stunde und auf das Quadratmeter Rostoberfläche verbrannten Brennmaterialien etwa 50 Kilogr. betragen, dass unter

diesen Umständen, sagen wir, die Resultate nicht weit unter denen sind, welche man durch eine langsame Verbrennung und weit entwickeltere Heizoberfläche erlangt; 5) dass die sehr grosse Heizoberfläche und die langen Circulationen für die Flamme und die warme Luft, welche die Cornwalliser Kessel haben, mit denen Herr Wicksteed Versuche angestellt hat, wenigstens unnütz zu seyn scheinen.

Cylindrische Kessel der Grube Rocher-Bleu. Die Kessel der Wasserhaltungs-Maschine, welche neuerlich bei der Braunkohlengrube des Rocher-Bleu im franz. Rhônedepartement aufgestellt worden sind, und die in den Werkstätten des Herrn John Taylor bei Mold angefertigt wurden, sind einfache cylindrische Kessel mit kugelförmigen Enden. Die halbcylindrische untere Oberfläche ist gänzlich der Einwirkung des Stroms der Flamme und der heissen Luft ausgesetzt, die sich unmittelbar in die Esse begiebt, ohne andere Circulationen durch die Kessel und um dieselben. Die ganze Heizoberfläche beträgt demnach 26 Quadratmeter bei einem cylindrischen Kessel von 9,70 Meter Länge und 1,70 Meter Durchmesser. Der Rost ist 1,98 Meter lang und 0,92 Meter breit, welches eine Oberfläche von 1,748 Quadratmeter giebt. Die Durchgänge der Luft bilden $\frac{1}{4}$ von der ganzen Oberfläche des Rostes, welches fast dasselbe Verhältniss wie bei den Rösten zu Oldford ist. Der räumliche Inhalt eines jeden Kessels beträgt etwa 20,63 Cubikmeter, wovon etwas mehr als die Hälfte von dem Wasser, und der übrige Theil von dem Dampfe eingenommen ist. Die der directen Einwirkung des Feuers ausgesetzte Oberfläche ist die eines halben Cylinders von kreisförmiger Basis von 1,70 Meter Durchmesser und von 1,90 Meter Höhe, folglich etwa 5 Quadratmetern gleich, welches weit mehr ist, als bei den cylindrischen Kesseln zu Oldford.

Die Erfahrung hat für den höchsten Nutzeffect der Maschine des Rocher-Bleu, 228960 Kilogr. durch 1,043 Kilogr. schottischer Steinkohlen 1 Meter hoch gehoben, d. h., 209521 Kilogr. durch 1 Kilogr. verbraunter Steinkohlen 1 Meter hoch gehoben.

Die ganze Menge der in 1 Stunde 10 Minuten verbrannten Steinkohle betrug 73 Kilogr. oder 62,57 Kilogr. in der Stunde. Waren alle drei Kessel auf einmal im Betriebe, so betrug die ganze Rostoberfläche $3 \times 0,748 = 5,244$ Quadratmeter, und die auf das Quadratmeter Rost und in der Stunde verbrannte Brennmaterialmenge 11,93 Kilogr.; es war diess eine sehr langsame Verbrennung.

Nimmt man an, dass jedes Kilogramm Steinkohle 1,26 Kilogr. Wasser verdampfte, wie bei dem Versuche des Herrn Wicksteed, bei welcher die Verbrennung die langsamste war, so würde jedes Kilogr. Dampf einen Nutzeffect von 26576 Kilogr. 1 Meter hoch erhoben gegeben haben, ein Resultat, welches denjenigen zu vergleichen ist, welche mit den besten Cornwalliser Maschinen erlangt worden sind. Die Einrichtung und die Form der Kessel des Rocher-Bleu scheinen demnach keinen wesentlichen Nachtheil im Vergleich zu den ehemals in England angewendeten Kessel zu zeigen, die man namentlich auch in Oldford anwendete. Es ist zu bedauern, dass die Versuche mit den Kesseln des Rocher-Bleu nicht weiter fortgesetzt wurden, und dass namentlich die verdampften Wassermengen nicht gemessen worden sind.

Die Kessel mit weiten innern Röhren sind den Explosionen mehr unterworfen, als die einfachen cylindrischen Kessel. Wir müssen um so mehr zu der Annahme einfacher Kesselformen rathen, da dieselben weit weniger Explosionen unterworfen sind, als die mit weiten inneren Röhren zur Circulation der Flamme und des Rauchs. Die Benutzung dieser Röhren, welche übrigens die Durchlassung der

Wärme zum Wasser sehr erleichtern und eine Verminderung des Volums und des Gewichts der Kessel gestatten, müsste auf solche Kessel beschränkt bleiben, bei denen die Elasticität des Dampfes 2 Atmosphären nicht übersteigt. Bei einem höhern Drucke würde es, wenn nicht räumliche Hindernisse vorhanden sind, zweckmässiger seyn, lange cylindrische Kessel mit halbkugelförmigen Enden anzuwenden, oder, wenn man will, zwei nebeneinander liegende cylindrische Kessel, unter deren einem der Rost angebracht werden müsste, während der zweite nur durch die heissen Gase gefeuert würde, die zu der Esse strömten. Dieser könnte geneigt seyn, so dass sein höchster Theil nur im Niveau des in dem ersten enthaltenen Wassers wäre, mit welchem er in einer weiten Röhre in Verbindung stehen müsste, die etwas unter dem Wasserspiegel ausmündete. Das Speisewasser würde unten in den geneigten Kessel eingedrückt, der gänzlich mit Wasser gefüllt und von dem Rauch- und Gasstrom umgeben seyn könnte, der, abwärts gehend, den gemauerten Canal durchströmte, in welchem dieser Kessel liegt, ehe er sich in die Esse begiebt. Geneigte Siederöhren mit ähnlichen Einrichtungen, wie die vorliegenden, sind in Deutschland von Henschel und in Frankreich von Farcot angewendet worden.

Heizkraft verschiedener englischer Steinkohlen. Wir beschliessen das letzte Capitel unseres Werks mit einer Tabelle über die Wassermengen, welche zu Oldford durch verschiedene Arten englischer Steinkohlen verdampft worden sind; es ist diese Tabelle von Herrn Wicksteed aufgestellt worden.

Beschaffenheit und Fundort des verbrannten Brennmaterials.	Wasser, welches durch 1 Kilogramm Brennmaterial verdampft worden ist.
	Kil.
Die besten Steinkohlen aus Wales	9,493
Anthracit aus Wales	9,014
Die besten kleinen Steinkohlen von Newcastle	8,524
Mittlere Steinkohlensorte von Newcastle	8,074
Mittlere Steinkohlensorte aus Wales	8,045
Koaks aus den Glashütten	7,908
Gemenge, welches zur Hälfte aus Koaks und zur andern Hälfte aus kleinen Steinkohlen von Newcastle besteht	7,897
Gemenge, zur Hälfte aus Newcastler und zur Hälfte aus Waleser Steinkohlen bestehend	7,865
Gemenge aus Derbyshirer und kleinen Newcastler Steinkohlen	7,710
Mittlere Qualität von Newcastler Stückkohlen	7,658
Steinkohlen aus Derbyshire	6,772
Steinkohlen des Hauptflötzes von Blythe in Northumberland	6,600

Zusatz.

Neue Verbesserungen des Erdbohrers von Herrn Kind.

Die neuen, von Herrn Obersteiger Kind an dem Erd- und Bergbohrer angebrachten Verbesserungen haben den Zweck:

1) Es zu erreichen, dass der eigentliche Bohrer, nachdem er auf eine gewisse Höhe über den Boden des Bohrloches gehoben worden ist, sich von dem Gestänge trennt, und frei herab fällt, so dass er die ganze Geschwindigkeit erreicht, die von der Höhe des Falles in das Mittel, in welches er untertauchen muss, herrührt.

2) Dass er unter den Röhren, womit das Bohrloch versehen ist, mit einem grössern Durchmesser bohren kann, als der der Röhren beträgt, durch welche das Werkzeug bei'm Nieder- und Aufgange gehen muss.

3) Sich gegen den Bruch oder die Trennung der Bohrstücke während des Bohrens zu sichern.

Das Werkzeug des Herrn Kind besteht aus einem starken Bohrstück mit starker Stange *T*, Fig. 5 u. 6, Taf. 63, von etwa 1 Meter ganzer Länge, welches oben in einem Schraubengang endigt, der in eine Hülse *D* tritt, welche ebenfalls Schraubengänge eingeschnitten enthält und den untern Theil der Bohrstange bildet, die 5—6 Meter lang ist. Diese Bohrstange wird mit ihrem obern Ende in die Hülse des Stükkes *A*, Fig. 1, 2, 3 u. 4, eingeschraubt. Das Stück *A* über der Hülse *D'* hat eine flache Form; es befindet sich zwischen den Schienen *p p, p' p'*, und kann zwischen denselben gleiten; diese Schienen sind aber mittelst 4 Schraubenbolzen *v, v, v, v*, an den beiden Seiten des flachen Eisenstücks *B* befestigt, welches oben in eine Stange von kleinem Querschnitt und mit einem Schraubengewinde ausläuft, mittelst dessen das ganze Werkzeug mit der langen eisernen oder hölzernen Gestänglinie verbunden ist, welche bis zur Oeffnung des Bohrlochs ausläuft. Der Mechanismus, mittelst dessen das eigentliche Werkzeug, d. h., das Bohrstück *T* und seine 5—6 Meter lange Stange, zwischen den Hülsen *D* und *D'*, gehoben wird, um es alsdann fallen zu lassen, besteht aus dem Stück *A*, welches mit dem Werkzeuge aus einem Stücke besteht und zwi-

schen den Schienen p', p' verschiebbar ist; aus zwei Armen q, q', welche zwischen denselben Schienen befindlich sind, und deren Ganzes eine Zange bildet, mittelst deren man das Werkzeug fassen und es fallen lassen kann; ferner aus einer Verbindung gegliederter Stangen und Hebel, welche die obern Enden der Arme q, q mit einer obern Scheibe R verbinden, welche längs der Stange über dem Stücke B auf- und niedergehen kann, und durch welche die Schenkel der Zange in den gehörigen Momenten einander genähert, oder voneinander entfernt werden können. Die Scheibe R besteht aus drei übereinander liegenden Lederscheiben, welche durch die Schraubenmuttern f, f zwischen zwei blechernen Scheiben von geringerm Durchmesser zusammengedrückt werden können, so dass die Ränder der Lederscheiben, die mit dem Bohrloche von gleichem Durchmesser sind, die Freiheit haben, sich nach Oben oder nach Unten zu biegen. Diese Scheibe ruht auf dem flachen Stücke g, welches in einem länglich viereckigen Einschnitte in dem obern Theile des Stückes B gleiten kann, bis dass dasselbe auf den obern Rändern der Längenschienen p p, p' p', aufliegt. Zwei Stangen t, t' laufen von dem Stück g aus, umfassen die beiden Seiten des Stückes B, und treten in cylindrische Löcher, welche zur Hälfte in der Dicke des Stückes B und zur Hälfte in der Stärke der Schienen p p, p' p' befindlich sind. Diese beiden Stangen endigen sich unter dem Stücke B durch Augen, durch welche ein kleiner horizontaler Bolzen geht, welcher die Scheibe R und das Stück g und die Stangen t, t' mit den Enden der beiden kurzen Hebel e, e', verbindet, welche durch Gelenke mit den oberen Enden der Zangenschenkel q, q' zusammenhängen. Diese Schenkel drehen sich um die Schraubenbolzen h, h', welche durch Schraubenmuttern mit den beiden Schienen p p, p' p', verbunden sind. Es folgt aus diesen Einrichtungen, dass, wenn die Scheibe R gehoben ist, sie mittelst der kleinen Hebel e, e' die obern Enden der Zangenschenkel q, q' einander nähert und ihre untern Enden s, s' voneinander entfernt, wie man es in Fig. 4 sieht. Sinkt dagegen die Scheibe R, so entfernt sie mittelst derselben Hebel die obern Enden voneinander und bestimmt die Näherung der untern Enden s, s' der Schenkelzangen q, q', wie man in Fig. 2 sieht. Auf der andern Seite läuft das Stück A, welches mit dem Bohrer und seiner Stange verbunden ist, und welches zwischen den Schienen p p und p' p' verschiebbar ist, in welcher Stellung es durch den Ring b b erhalten wird, in einen dreieckigen Theil a aus. Wenn dieser zwischen den offenen Schenkeln der Zange befindlich ist, so nähern sich dieselben einander, fassen ihn, wie Fig. 2 zeigt, und der ganze untere Theil des Gestänges und der ganze untere Theil des Bohrers wird an dem Gestänge aufgehängt. Wenn die Scheibe R längs der Stange in die Höhe geht, Fig. 4, so öffnet sich die Zange und das freigewordene Werkzeug frei herab. Sein Lauf ist jedoch immer begränzt, weil die Ohren c, c' an dem Stücke A auf den obern Rändern des Ringes b, b aufruhen. Es ist ganz unnütz zu bemerken, dass die Köpfe und die Muttern der Bolzen v, v, v, v, und h, h' in der Metallstärke versenkt sind, damit sie nicht hervorstehen.

Die Bewegung der Scheibe R von Oben nach Unten, oder von Unten nach Oben, längs der Stange, wird genau in den erforderlichen Augenblicken durch die Einwirkung des Wassers bestimmt, womit das Bohrloch stets bis über der Scheibe gefüllt ist. So stellt die Fig. 2 die Zange dar, welche den untern Theil des Bohrers gefasst hat und aufgehängt erhält. Die Scheibe R befindet sich alsdann an der untern Gränze ihres Laufs. Der Bohrer ist alsdann gehoben, und man sieht ein, dass, jemehr

er erhoben seyn wird, der Druck des Wassers von Unten nach Oben auf die Scheibe dieselbe in ihrer niedrigen Stellung erhalten wird, und dass die Haken der Zange die dreieckige Verstärkung *a* nicht fahren lassen werden. Wenn aber der Bohrer an der Gränze seiner Steigung angelangt seyn wird, und wenn man ihn wegen des Gewichtsüberschusses der Stangen über das ihm zum Theil das Gleichgewicht haltende Gegengewicht frei fallen lässt, so wird die Scheibe *R'* durch das Wasser, in welches der Apparat fällt, von Unten nach Oben gedrückt und gehoben werden. Die Enden *s*, *s'* der Zangenschenkel werden sich voneinander entfernen und den untern Theil des Bohrers fahren lassen, welcher mit einer weit grössern Geschwindigkeit, als das Gestänge, auf dem Boden des Bohrloches niederfallen wird. Wenn die Emporhebung des Bohrers die in Fig. 2 zwischen dem Ringe *b b* und den Ohren *c*, *c'* befindliche Entfernung nicht übersteigt, so wird das Werkzeug auf dem Boden des Bohrloches aufschlagen, ehe die Ohren den Ring *b* treffen. Diess müsste immer stattfinden. Nachdem das Werkzeug auf dem Boden des Bohrloches aufgehalten ist, befindet sich das Stück *A* stets zwischen den Schienen *p p* und *p' p'*. Die langen Stangen gelangen ihrerseits auch an, und die offenen Schenkel der Zange gehen zu beiden Seiten weg, und etwas tiefer nieder, als der dreieckige Vorsprung *a*. Sobald man das Gestänge erhebt, so nähern sich die Schenkel einander unten und die Haken *s*, *s'* umfassen den Vorsprung *a* und heben den Bohrer mit seiner Stange. Durch diese sinnreiche Vorstellung fällt das Werkzeug für sich allein, wird nicht durch den Fall der ungeheuren Masse des ganzen Gestänges aufgehalten, wie es bei der gewöhnlichen Einrichtung der Fall ist und gelangt zum Boden des Bohrloches mit der ganzen Geschwindigkeit, welche durch die Höhe seines Falles im Wasser bedingt wird. Man kann demnach dem Gestänge durch Gegengewichte das Gleichgewicht halten, ohne fürchten zu müssen, dass dessen Masse vermehrt, oder dass die Stärke des Stosses von dem Werkzeuge vermindert würde. Man ist nur durch die Dauer der Zwischenzeit zwischen zwei aufeinander folgenden Stössen beschränkt, eine Dauer, die nothwendig weit grösser, als die seyn muss, in welcher die Gestänge hinabsinken, welche durch die Einwirkung des Gegengewichts aufgehalten werden. Fig. 7 stellt den obern Theil der Bohrstange dar, die mit einem Stück versehen ist, welches dem Bohrer bei seinem Falle zur Leitung dient. Dieser Theil, welcher, nachdem die Stücke des Bohrers vereinigt sind, sich unmittelbar unter der Hülse *D'*, Fig. 1, 2 u. 4, befindet, ist auf einer Höhe von etwa 1,20 Meter abgedreht. Auf den abgedrehten Theilen ist der hölzerne Muff *M* geschoben, und darunter die Lederscheibe *N*. Fig. 7 *bis* ist ein horizontaler Querschnitt des Muffs, welcher 4 tiefe Einschnitte zum Durchgange des Wassers hat. Die Scheibe *N* hat einen etwas geringern Durchmesser, als das Bohrloch. Sie kann sich, so wie der Muff, auf dem abgedrehten Theile der Stange verschieben. Wenn der Bohrer fällt, so bleiben die Scheibe und der Muff durch den Druck des Wassers gehoben und bleiben unbeweglich, während der abgedrehte Theil der Stange frei in den Oeffnungen gleitet, welche in der Achse dieser Stücke gelassen sind. Es wird vorausgesetzt, dass die Höhe des abgedrehten Theiles zwischen der Hülse *o'* und den Rändern der Verstärkung, auf welchen die Scheibe und der Muff ruhen können, die Hebung des Bohrers übersteigen muss. Diese leitenden Stücke geben nur zu einem Widerstande Veranlassung, der bei dem Bohren unberücksichtigt gelassen werden kann;

denn sie schwimmen fast unbeweglich. Keineswegs können sie den Fall des Werkzeugs verzögern.

Die Figg. 5 und 6 stellen das gewöhnliche Bohrstück des Herrn Kind dar. Man sieht, dass es eine Schneide nach dem Durchmesser des Bohrlochs hat, so wie zwei kleine Querschneiden *k, k,* welche das Bohrloch ausgleichen. An dem obern Theile und unter dem Schraubengange ist eine platte Verstärkung, welche zur Seite mit zwei kleinen Schneiden versehen ist, die einen rechten Winkel mit der Achse der Hauptschneide des Bohrers machen; sie dienen zum Abgleichen des Bohrlochs.

Um unter den Röhren, mit denen ein Bohrloch bekleidet ist, mit einem grössern Durchmesser zu bohren, als der dieser Röhren ist, wendet Herr Kind den in den Figg. 8, 9 u. 10 abgebildeteten Bohrer an. Sein unterer Theil hat nichts Besonderes. An dem erweiterten und abgeplatteten Theile, welcher unter dem Schraubengange ist, hat man zwei Einschnitte angebracht, auf jeder Seite einen, in welchem zwei Bohrer *r, r'* liegen, die sich um einen Schraubenbolzen bewegen, welcher durch die Backen des Einschnittes geht. Diese Bohrer, welche die der Quere nach angebrachten abgleichenden Bohrer x und x', der Figg. 5 und 6, welche fest an dem Hauptbohrer sitzen, ersetzen, können in die Einschnitte so eintreten, dass sie nicht hervorstehen, wie Fig. 8 zeigt. Sie können aber hervortreten, wie in Fig. 9, und alsdann ist ihre vereinigte Breite bedeutender, als die des Hauptbohrers. Das Werkzeug kann nun durch die Röhre gehen, wenn die Bohrschneiden *r, r'* in die Einschnitte getreten sind. Um sie unter den Röhren zu öffnen, hat Herr Kind eine jede derselben mit einer kleinen runden, eisernen Stange *w, w'* verbunden, die in einen Ring ausläuft. Diese Stücke liegen, wie die beiden Schneiden, an den Flächen des abgeplatteten Werkzeuges an. Zwei Seilenden von 2 bis 3 Meter Länge sind mit den Ringen an den Enden der Stangen *w, w'* befestigt, und mit dem andern Ende an zwei Erhöhungen an der Bohrstange, 2 bis 3 Meter über der Hülse *o*. Ehe man nun diesen Bohrer in die Röhren einführt, verbindet man mit den trocknen Seilenden die beweglichen Bohrschneiden *r, r'*, und hängt jene an den festen Puncten an der Stange auf, so dass die Seile nicht gespannt sind, und dass die Schneiden in ihren Einschnitten bleiben. Sobald das Werkzeug in's Wasser gelangt und die Seile feucht werden, so verkürzen sie sich, ziehen die Bohrschneiden in die Höhe und halten sie in dieser Stellung. Da die Bohrschneiden oben abgerundet sind, so treten sie bei'm Aufziehen des Gestänges in die Röhren zurück. Wenn sie dagegen geöffnet sind und wirken, so treten sie gegen eine Verstärkung in den massiven Theil des Werkzeugs, und da sie nur wenig hervortreten, so wird der Bolzen, um welchen sie sich drehen, wenig angegriffen. Zwei Schienen *y, y',* welche an dem massiven Theile durch zwei Knöpfe, deren Köpfe und Muttern in der Metallstärke versenkt, befestigt sind, bedecken die abgeplatteten Theile der Bohrer und halten den Bolzen, um welchen sie sich drehen, an seinem Platz. Die Vorsichtsmaassregeln, welche Herr Kind gegen den Bruch des Schraubenzapfens, oder gegen das Losschrauben des Bohrstücks getroffen hat, bestehen in zwei eisernen Platten und dünnen Bändern *i, i',* Fig. 5 u. 6, welche durch Schraubenbolzen an den beiden Seiten der Bohrstange befestigt und 1 bis 1,50 Meter lang sind. Unten an diesen Stücken *i, i',* sind mittelst Charnieren zwei andere platte Eisenstücken *j, j'* befestigt, die sich auf die platten Backen des Bohrers zurückschlagen. Diese Stücke haben ein jedes einen langen, länglich viereckigen Einschnitt, Fig. 5. Gegen den

eigentlichen Bohrer sind die durch einen Bolzen mit grossem Kopf geschraubt, der durch das Bohrstück geht und auf der andern Seite mit einer Mutter versehen ist. Die eisernen Bänder *i, i', j, j'* werden offenbar durch das Bohren nicht angegriffen, sobald das Ganze in Ordnung ist. Sobald aber der Zapfen zerbräche, so würden sie das Bohrstück festhalten; auch verhindern sie dessen Losschrauben.

Die Fig. 11 stellt das untere Ende des Bohrers, in einer Vereinigung seiner Stücke, dar.

Das Bohrloch, zu dessen Abbohren Herr Kind die hier beschriebenen Bohrwerkzeuge angewendet hat, liegt im Luxemburgischen und hat jetzt eine Teufe von 653 Meter (2080 rheinländ. Fuss) erreicht, von denen 280 Meter im bunten Sandstein abgesunken sind.

Nachwort des Uebersetzers.

Indem nun hiermit die letzte Lieferung von dem vorliegenden Handbuche der Bergbaukunst dem Publicum übergeben wird, sehe ich mich veranlasst, folgende nachträgliche Bemerkungen zu machen:

Der 1. Band des Originals erschien im Januar 1844, und die erste Lieferung meiner deutschen Bearbeitung wurde im Mai desselben Jahres ausgegeben. Der Herr Verfasser sprach sich damals dahin aus, dass das Werk zwei Bände mit ohngefähr 50 Kupfertafeln umfassen sollte. Später sah er ein, dass er weder mit der Bogen-, noch mit der Zahl der Kupfertafeln reichen könne, und es wurde ein dritter Band und eine nicht unbedeutende Anzahl von Kupfertafeln zugegeben, so dass das Ganze des französischen Originals 126 Octavbogen und 66 Tafeln umfasst, wogegen unsere deutsche Bearbeitung etwa 100 Bogen 4. enthält, die fast dieselbe Räumlichkeit haben möchten, wie jene 126 Bogen des Originals, und dazu kommen 69 Tafeln.

Als ich die Arbeit begann, sah ich sogleich, dass ich bedeutende Zusätze machen müsste. Diese waren hauptsächlich bei den Capiteln von den Gewinnungsarbeiten, von den Grubenbauen und von dem Grubenausbau erforderlich; ja, ich habe in der Folge eingesehen, und werde es auch noch weiter nachzuweisen suchen, dass ich bei den Gewinnungsarbeiten, sowie auch bei der Lehre von den Lagerstätten noch weit mehr Zusätze hätte machen müssen.

Anfänglich versprachen der Herr Verleger und ich dem deutschen Publicum 8 Lieferungen; als aber bei'm Erscheinen des zweiten Bandes von dem Original gesagt wurde, dass noch ein dritter Band nöthig sey, mussten noch zwei Lieferungen der Bearbeitung zugegeben werden. Um die Bogenzahl von 100 nicht zu übersteigen, und um andererseits den Platz zu den durchaus nöthigen Zusätzen zu gewinnen, musste ich mehrere Capitel des Originals sehr auszugsweise bearbeiten; dahin gehört im 1. Bande vor allen Dingen die Lehre von der Festigkeit der bei'm Bergbau angewendeten Materialien, der Hr. Combes etwa 10 Bogen gewidmet hat. Nun kann man aber in einem Werke über Bergbaukunst höchstens nur ganz allgemeine Angaben über diesen Gegenstand erwarten, wesshalb ich die 10 Bogen auf wenige Seiten reducirt habe.

Bedeutende Abkürzungen erlitt auch das Capitel über die Dampfmaschinen, indem ich den grössten Theil von der trefflichen Abhandlung des Hrn. Combes über die Theorie des Dampfes wegliess. So vortrefflich, wie gesagt, auch diese Darstellung der Dampftheorie ist, denn Herr Combes hat sich ex officio sehr viel mit den Dampfmaschinen beschäftigen müssen, so wenig Interesse kann dennoch eine speciell entwickelte Theorie des Dampfes für die meisten unserer practischen Bergleute haben, und so konnte ich denn auch mit gutem Gewissen diesen Theil des Werkes in meiner Bearbeitung epitomatisirend behandeln

Das Original enthält endlich in seinem letzten Capitel auf 48 Seiten eine Uebersicht der Markscheidekunst, sowie sie in Frankreich ausgeübt wird. Nun wird jeder Bergmann mit mir einverstanden seyn, dass es nicht möglich ist, auf 3 Octavbogen eine so wichtige Lehre zu verdeutlichen, welche nothwendig wenigstens das Dreifache enthalten muss. Da wir nun obendrein in den Werken von v. Oppeln, von Kästner, von Lempe, von Hecht, von Lang, von Hanstadt und von einem nicht Genannten (Quedlinburg, 1845), ganz vortreffliche Schriften über Markscheidekunst besitzen; so konnte ich diess Capitel um so eher weglassen, da eigentlich die Markscheidekunst keinen integrirenden Theil der Bergbaukunst im engern Sinn bildet, sondern nur die bergmännische Orientirungskunst.

In den 2½ Jahren, welche seit der Herausgabe unseres Werkes verflossen sind, hat auch die Bergbaukunst, sowie die übrigen Zweige der Technik, bedeutende Fortschritte gemacht. Es kann daher unserm Werke nur zum grössten Vortheil gereichen, wenn wir von Zeit zu Zeit ein Supplementheft dazu liefern, welches nicht allein die Mängel des Werkes verbessern, sondern auch wichtige neue Erfindungen und Entdeckungen in der Bergbaukunst mittheilen wird.

Mangelhaft ist, wie bereits bemerkt, die Lehre von den Erzlagerstätten, von den Steinkohlenlagern, von der Orientirung und von der Gewinnung; bei der letztern hauptsächlich, was die Keilhauerarbeit, die Schlägel- und Eisenarbeit und die Hereintreibearbeit betrifft. Ich habe diess recht gut erkannt, so gut wie ein gelehrter Professor in Freiberg, der hauptsächlich desshalb meine Arbeit herabgesetzt, um seine „vollständige Anleitung der Bergbaukunst“ (die aber wahrscheinlich nie vollendet werden wird) mehr hervorzuheben. Doch besserer Rath kommt ja über Nacht, und da es immer mein aufrichtiges Streben ist, vorwärts zu schreiten, so will ich denn auch das Mangelhafte von der Arbeit des Hrn. Combes und meiner selbst nicht verhehlen, sondern ich habe dem Herrn Verleger gebeten, mir Supplemente zu gestatten, die bei einer so umfassenden Arbeit nie fehlen sollten.

Diese Supplemente werden aber auch an und für sich nicht nur als Nachträge zu meiner Bearbeitung des Combes'schen Werkes ein nicht unbedeutendes Interesse haben. Sie sollen daher einen Doppeltitel erhalten, nämlich auch den:

„Hartmann's Repertorium der Bergbaukunst.“

Da ich als Redacteur der berg- und hüttenmännischen Zeitung und einer ganzen Reihe von monographisch-technischen Journalen, welche letztere in dem Verlage des Herrn Verlegers von diesem Werke erscheinen, nicht allein die wichtigsten technischen Zeitschriften Deutschlands, Frankreichs, Belgiens und Englands in die Hände bekomme, sondern auch wegen dieser vielfachen Journal-Redactionen und meiner nicht

unbedeutenden berg- und hüttenmännischen Arbeiten, alle neuen berg- und hüttenmännischen Werke sehe und von den wichtigern eine specielle Notiz nehme, so liegt es vor der Hand, dass ich ganz geeignet zu der Herausgabe eines solchen Repertoriums bin.

Wenn nun auch der Herr Verleger und ich für den Augenblick wegen vielfacher anderer Beschäftigungen und Unternehmungen nicht im Stande sind, den Zeitpunct des Erscheinens von dem ersten Supplementheft mit Sicherheit zu bestimmen, so soll derselbe dennoch nicht weit hinausgeschoben werden; wo möglich liegt er noch innerhalb der Grenzen des laufenden Jahres.

Schliesslich kann ich nicht umhin, dem bergmännischen Publicum meinen herzlichen Dank für die gute Aufnahme meiner Arbeit auszudrücken. Hat sie bei angehenden, sowie bei schon geübten Bergleuten von der Feder und vom Leder, einigen Nuzzen gestiftet, wie ich mir schmeicheln darf, so ist mein Zweck erreicht. Sollte sie einmal eine zweite Auflage erleben, welches, sowie die Sachen stehen, durchaus nicht unwahrscheinlich ist, so werde ich noch mehr daran bearbeiten.

Das Bedürfniss eines solchen Werkes liegt klar vor; überall regt sich jetzt die Bergbaulust, überall werden die Schätze, welche im Schooss unserer Erde verborgen sind, aufgesucht; überall werden alte auflässige Gruben wieder aufgenommen; Gruben, welche wegen Wassersnoth oder wegen Wettermangel zum Erliegen kamen, werden jetzt mit den bedeutendern mechanischen Hülfsmitteln, die wir besitzen, wieder in Angriff genommen; bei manchen ist schon ein sehr guter Erfolg gesichert. Das Bedürfniss nach Eisen, Kupfer, Zink, Steinkohlen, Braunkohlen, nach gesättigter Salzsoole, welche die Salinen der kostbaren und weitläuftigen Gradirung überhebt, zeigt sich überall, nicht allein in unserm grossen deutschen Vaterlande, sondern auch im Norden Europa's, in den classischen Gegenden Italiens, in den so reichen Gebirgen Spaniens, wo bei der Eroberung Amerika's einseitige Regierungsmaassregeln das Zustürzen vieler Gruben geboten; selbst in dem fernen Algerien, wohin die Franzosen europäische Zustände zu führen suchen.

Doch Glück auf, alle meine lieben bergmännischen Leser, ein recht herzliches Glück auf!

Weimar im Juni 1846.

Carl Hartmann

Bayerische Staatsbibliothek MÜNCHEN

Inhaltsverzeichniss

des zweiten Bandes.

Seite

Siebentes Kapitel. Abbaumethoden oder das Ganze des Grubenbaues 1
Allgemeine Bedingungen, denen ein Abbausystem entsprechen muss 1
Eintheilung der Lagerstätten in zwei Classen nach der Menge des Nebengesteines, welches man zur Bergversetzung nehmen kann 2
Lagerstätten von geringer Mächtigkeit und mit hinlänlich vielen Gangarten, um damit die abgebaueten Räume versetzen zu können 3
Erzgänge der Grafschaft Cornwall 3
Einrichtung der Gedinge in Cornwall 5
Gruben der Gegend von Freiberg im Erzgebirge. Förstenbaue 6
Der Firstenbau mit Kastenzimmerung 9
Strossen-, Strassen- oder Sohlenbau 10
Schwach abfallende oder flache Lagerstätten . . 12
Gewinnung des Kupferschiefers im Mansfeldschen . 12
Steinkohlenbergbau im französischen Norddepartement und in der belgischen Provinz Hennegau 13
Vorrichtung und Abbau 16
Kohlengewinnung 17
Abbau mit breitem Streb- und mit getrennten Grubenfeldern 18
Steinkohlengrube Deebank in Flintshire 22
Ordnung, nach welcher man die Mittel bei abfallenden Lagerstätten abbauet 23
Wenn mehrere Lagerstätten, Gänge oder Lager parallel nebeneinander und nahe genug vorkommen . 23
Beispiele von Leistungen der Häuer auf einigen Steinkohlengruben verschiedener Länder, die mit Strebbau betrieben werden 24
Mons 24
Anzin 24

Seite

Abbau sehr mächtiger Lagerstätten. Querbau . . 25
Abbau mit breiten Querörtern 27
Wenn die Abbaue nicht fast gänzlich versetzt wären, so könnte man die Gewinnung stockwerksartig von Oben nach Unten einrichten 27
Stockwerksartige Abbaue mächtiger Lagerstätten, die nur ein geringes Fallen haben, und bei denen die Abbauörter nicht querschlägig geführt werden . . 28
Lagerstätten, mit denen nicht soviel taubes Gestein vorkommt, um einen hinreichenden Bergeversatz bewirken zu können 28
Pfeilerabbau, bei welchem man die langen Pfeiler als Bergfesten stehen lässt . . 29
Abbau in zwei Epochen; Betrieb der Vorrichtungs- und Abbaustrecken; Pfeilerabbau 29
Abbau des Steinkohlenflötzes *du Sognat* zu *Roche-la-Molière* im Loire-Departement mit theilweisem Bergeversatz 29
Erste Epoche des Abbaues. Streckenbetrieb . . 30
Zweite Epoche des Abbaues oder der Abbau der Pfeiler 31
Betrieb der Grube du Treuil 32
Die Gerhard-Steinkohlengrube bei Saarbrücken in Rheinpreussen 32
Abbau sehr steilfallender Steinkohlenflötze . . . 33
Steinkohlenbergbau in Oberschlesien 35
Ausrichtung der Flötze 37
Vorrichtung des Kohlenfeldes 38
Diagonale Strecken 41
Bremsberge 42
Ansetzen der Strecken 43
Orts- und Streckenbetrieb 44
Orts- und Streckenzimmerung 46
Kohlenabbau 47
Pfeilerabbau 49
Zimmerung bei'm Pfeilerabbau 51

Bayerische Staatsbibliothek MÜNCHEN

Seite
Das Rauben 52
Anwendung derselben Abbaumethode auf die Steinkohlenflötze in Niederschlesien 53
Holzverbrauch in den schlesischen Steinkohlengruben 55
Tägliche Arbeit der Häuer. Pulververbrauch . . 55
Der Steinkohlenbergbau zu Blanzy 55
Steinkohlenbergbau in England 56
Betrieb breiter Strecken 62
Pfeilerabbau 63
Abbau mächtiger und sehr steilfallender Kohlenflötze durch abwärtsgehende Stockwerke 68
Gewinnung des Anthracits zu la Mure 69
Abbau mit quadratischen Pfeilern, die man grösstentheils in der Grube stehen lässt . 70
Lagerstätten, welche durch quadratische Pfeiler, welche man stehen lässt, abgebauet werden können . . 70
Steinsalzbergbau in der Gegend von Nortwich in der englischen Grafschaft Chester 70
Gewinnung des Steinsalzes zu Tieuze im Meurthe-Departement 71
Gewinnung der Gypslager in der Umgegend von Paris 71
Dachschieferbrüche in der Umgegend von Fumay und von Rimogne in den Ardennen 72
Abbau mächtiger Steinkohlenflötze durch quadratische Pfeiler 75
Unmöglichkeit, mächtige und starkfallende Steinkohlenflötze durch stehenbleibende Pfeiler abzubauen . 76
Abbau des Flötzes, *Ten yards coal* genannt, bei Dudley 76
Gewinnung des Salzes durch Auslaugen des salzführenden Gebirges 78
Gewinnung des Steinsalzes durch Bohrbrunnen . . 84
Abbau mit Bergversatz oder mit Pfeilern, die aus in die Grube gebrachten Materialien aufgeführt werden 85
Lagerstätten, bei denen diese Abbaumethode anwendbar ist 85
Quecksilberbergwerk zu Almaden in Spanien . . 86
Abbau von Steinkohlenflötzen mit Bergeversatz. Flötz zu Creuzot 87
Ist es zweckmässig, mächtige und sehr steil fallende Steinkohlenflötze mit Stockwerken schwebend oder fallend abzubauen 88
Bruchbau 90
In welchen Fällen ist diese Abbaumethode anwendbar 90
Erzgewinnung in alten zu Bruche gegangenen Bauen . 90
Gewinnung des Alaunschiefers im Maasthale . . 90
Achtes Kapitel. Von dem Wetterwechsel in den Gruben 92
Kohlensäure 93
Stickstoff 94
Kohlenwasserstoff 94
Oelbildendes Gas 96
Wasserstoff 97
Schwefelwasserstoff 97
Schwefeliche Säure und Kohlenoxyd 97
Quecksilber- und Arsenikdämpfe 97
Einfache Mittel, um zu erkennen, ob die Luft in den Grubenbauen uneinathmenbar oder explodirend ist . 98
Unzulänglichkeit der chemischen Agentien zur Zerstörung der schlechten Wetter in den Gruben . . 99
Nothwendigkeit eines lebhaften und dauernden Wetterwechsels 99
Allgemeine Eigenschaften der luftförmigen Flüssigkeiten und Gesetze ihrer Bewegung 99
Allgemeine Gesetze der Bewegung luftförmiger Flüssigkeiten 102
Gleichung für die Bewegung der Flüssigkeiten in Leitungen, deren Achse nicht in einer horizontalen Ebene liegt 106
Annähernde Gleichung für die Bewegung einer Flüssigkeit in dem Falle, dass ihre Temperatur bei dem Durchgange durch die Leitung Veränderungen erleidet 108
Bewegung der gasförmigen Flüssigkeiten, welche durch Temperaturveränderungen bewirkt wird . . . 110
Ursachen der natürlichen Luftströmungen in Räumen unter Tage 111
Wenn die äussere Luft kälter ist, als das Gestein in der Grube, wie immer im Winter 114
Wenn die äussere Luft wärmer, als das Gestein in der Grube ist, wie im Sommer 114
Mittel, einen beständigen Luftstrom (Wetterwechsel) in den Gruben hervorzubringen 115
Natürlicher Wetterwechsel, Grubenbaue mit einer Tagesöffnung; Schächte und Stollen im Betriebe . . 115
Scheider in den Schächten oder auf den Strecken, zur Erleichterung des Wetterwechsels 116
Wetterlutten 116
Windfänge 117
Grubenbaue, welche mit der Tagesoberfläche durch zwei oder mehrere Oeffnungen in Verbindung stehen 117
Die Temperatur der Luft auf ausgedehnten Strecken ist gewöhnlich höher, als die der Wände . . . 119
Künstlicher Wetterwechsel. Von den Vorrichtungen zur Herstellung eines genügenden Wetterwechsels in den Gruben, wenn der natürliche Wetterwechsel nicht ausreicht. — Wetteröfen 120
Wahl des Aufstellungspunctes für den Wetterofen . 120
Anordnung der Wetteröfen und der ausziehenden Schächte 121
Wetterofen in einer Nebenstrecke 122
Von der Temperatur des von einem Wetterofen erhitzten Luftstromes 123
Einfluss der Teufe des ausziehenden Schachtes . . 124
Fehlerhafte Anlage der Wetteröfen. Zu enge Abtheilungen 125
Schlechte Einrichtung der Wetteröfen im Hennegau . 125
Das Brennmaterial, welches ein Wetterofen verzehrt 125
Einige Beobachtungen über die Luftmengen, welche durch Wetteröfen in Bewegung gesetzt werden . 126
Der Schacht Vedette zu Anzin 126
Der Schacht Ernst zu Anzin 126
Der Schacht Nr. 3 der Concession Hornu und Wasmes bei Mons 127
Die Grube Nr. 21 der Concession Belle et Bonne bei Jemappes 127
Maschinen zur Bewirkung eines ununterbrochenen Luftstromes in den Gruben 131
Saugende Cylindermaschinen der Steinkohlengrube Espérance 134
Centrifugal-Ventilatoren (Wetterräder) . . . 137
Versuche des Herrn Glépin mit den Ventilatoren . 139
Vergleichende Wirkungen eines Wetterofens und des Ventilators. — Versuche, bei denen man die Wirkungen eines Wetterofens und eines Ventilators mit krummen Flügeln verglichen hat 140
Nachtheile des hydraulischen Verschlusses von dem Ventilator 142
Doppelter Ventilator zu Sauwartan 143
Ventilatoren mit ebenen Flügeln 144
Saugende oder blasende pneumatische Schrauben . 144
Wassertrommeln 144
Anwendung eines Wasserstrahls in England nach demselben Principe, wie bei den Wassertrommeln . . 145

Seite

Der Harzer Wettersatz 146
Anwendung des Wasserdampfes zur Ventilation . . 147
Vertheilung und Fortleitung der Wetter in den Grubenbauen 147
Wetterthüren 150
Art der Vertheilung der Luft in den Grubenbauen . 151
Beispiele verschiedener Arten von Wetterführung in den Gruben 152
Vorsichtsmaassregeln in den Gruben, in denen sich brennbare Gase entwickeln 155
Veränderungen in der Menge der sich entwickelnden Gase. Einfluss der Veränderungen des atmosphärischen Drucks 156
Tägliche Vorsichtsmaassregeln in den Gruben mit schlagenden Wettern 156
Wirkungen der Explosionen schlagender Wetter . 157
Mittel, um eine Grube nach einer Explosion von schlagenden Wettern wieder zu befahren. Rettungsthüren 158
Gefahren der mit Scheidern versehenen Schächte auf Gruben mit schlagenden Wettern 158
Nutzen der Fahrten bei Unglücksfällen . . . 159
Müssen die Wetteröfen in Gruben, in denen schlagende Wetter vorkommen, gänzlich verboten werden? . 159
Mittel zur Bestimmung des in einer Grube wechselnden Volums von Wettern 164
Flügel-Anemometer 164
Von dem Grubenbrande 165
Ursachen der Grubenbrände 165
Die Versetzung der Abbaue ist das einzige sichere Mittel zur Verhinderung von Grubenbränden . . 166
Vorsichtsmaassregeln, welche man bei'm Abbau mittelst Pfeiler- und Strebbau, und bei dem Rauben der stehengebliebenen Pfeiler anzuwenden hat . . . 166
Vorrichtung von Dämmen zur Beschränkung und Erstickung der Grubenbrände 166
Unterwassersetzung in Brand gerathener Gruben . 167
Wiederholung der zu ergreifenden Maassregeln . . 168
Selbstentzündungen von Steinkohlenniederlagen und Mittel, sie zu verhindern 169
Art der Erleuchtung 169
Von der Erleuchtung der Bergwerke . . 169
Erleuchtung der Bergwerke mit brennbarem Gase . 170
Davy'sche Sicherheitslampe 170
Versuche Bischof's über die Lampen mit Metallgeflechten 172
Neue Sicherheitslampen. Lampe v. Upton u. Roberts
Lampe von du Mesnil 175
Versuche, die zu Lüttich von einer Commission von Ingenieuren angestellt worden sind 176
Müseler'sche Lampe 177
Versuche, die in Frankreich mit der du Mesnil'schen und Müseler'chen Lampe angestellt worden sind . 178
Versuch einer Lampeneinrichtung, welche die Vortheile der verschiedenen Systeme vereinigt 178
Vortheile der Lampen mit Glascylinder . . . 180
Feste Lampen mit seitwärts angebrachtem Oelbehälter und mit Reflector 180
Mittel, um erstickten Grubenarbeitern Hülfe zu leisten 181
Respirationsröhre 181
Lederne Luftbehälter 181
Schlepptrog- oder Schlittenförderung 182
Neuntes Kapitel. Von der Förderung . 185
Förderung auf dem Rücken 185
Metallene Behälter mit zusammengedrückter Luft . 186
Anwendung alkalinischer Auflösungen oder des Wassers zur Absorption der Kohlensäure . . . 187
Robert'scher Respirationsapparat 187
Laufkarrenförderung 188

Seite

Wagen, die sich auf hölzernen oder eisernen Bahnen bewegen 189
Holzbahnen oder hölzerne Gestänge 189
Der ungarische Hund 190
Grosse Förderwagen, die sich auf hölzernen Gestängen bewegen 191
Eisenbahnen oder Schienenwege 192
Eisenbahnen mit Rinnenschienen 192
Eisenbahnen mit Kantenschienen 192
Nutzeffect des Pferdes und Förderungskosten auf dem Rinnenschienenwege 193
Beschreibung der unter Tage angewendeten Kantenschienen-Eisenbahnen und Förderwagen . . . 194
Ablade- und Füllörter, Verzweigungen der Bahn . . 194
Verschiedene Formen der Förderwagen . . . 195
Räder und Achsen 196
Einrichtung der Schienen in den Curven . . . 198
Verschiedene Mittel, die man angewendet hat, um das Gleiten der Räder in den Bahnkrümmungen zu vermeiden 198
Wagen mit breiten conischen Kränzen und Bahnen des Herrn Serveille 199
Gestalten und Kosten der in Bergwerken angewendeten Förderwagen und Eisenbahnen 201
Steigung der Eisenbahnen auf den Hauptförderstrecken 202
Nutzeffect der Menschen und Pferde, welche zur Förderung auf Eisenbahnen in den Bergwerken gebraucht werden 202
Förderung auf geneigten Strecken 204
Förderung auf Diagonalen 204
Grosse Karren mit zwei Rädern 205
Bremsberge mit Ketten oder Seilen ohne Ende . . 205
Seigere Schächte und sogenannte trockne Schleusen . 208
Bremsberge von geringer Länge. Gestellwagen . . 208
Rollschächte oder Rolllöcher 213
Aufförderung von Kohlen und Erzen auf Rampen . 213
Das Ausstürzen der Wagen 217
Navigationsförderung oder Förderung mittelst Kähnen auf schiffbaren Stollen oder Strecken . . . 218
Nachtheile der Navigationsförderung gegen die Förderung auf Eisenbahnen 220
Zehntes Kapitel. Von der Schachtförderung 221
Haspelförderung 221
Leistung und Nutzeffect der Haspelzieher . . . 222
Erdwinde 222
Bremsen der Erdwinden 223
Pferdegöpel 224
Einrichtung der Pferdegöpel auf flachen Schäften . 228
Gekuppelte Schächte 229
Gewöhnliche Dimensionen der Pferdegöpel . . . 229
Tägliche Leistung und Nutzeffect des Pferdes . . 229
Wasser- oder Dampfgöpel 230
Wasserräder, welche bei den Göpeln angewendet werden 231
Anwendung der Kreiselräder 236
Maschinen mit Schiebeventilen 239
Schieber-Excentricum 241
Umkehrung der Bewegung in dem Falle, dass das Schieberexcentricum auf der Schwungradswelle befestigt worden ist 243
Andere Einrichtung zur Umkehrung der Bewegung mittelst eines Excentricums, welches auf der Schwungradswelle leer geht 244
Mängel der Dampfertheilung durch einen einfachen Schieber 246
Brennmaterialersparung, welche aus der Benutzung der verbesserten Schieber hervorgeht 248

Seite
Einrichtungen der Erhöhungen an dem Excentricum und der Welle bei Schiebern mit Bedeckung 248
Angabe der neuern Einrichtungen, um bei den Locomotiven eine veränderliche Expansion zu erlangen 250
Eigentliche Expansionsmaschinen 251
Behandlung und Leitung der Förderungsdampfmaschinen 251
Förderseile 251
Runde Hanfseile, welche sich auf kegelförmige Körbe aufwickeln 252
Flache Hanfseile, welche sich auf Rollen aufwickeln 252
Theeren der hanfenen Seile 253
Stärke, Gewicht, Tragkraft und Dauer der hanfenen Seile 253
Veränderungen des Kraftmomentes, welches auf die Seilkörbe wirkt, im Verhältnisse zu dem Gewichte der Seile 254
Dimensionen, die man der innern Walze von den Bobinen der Bandseile geben muss 255
Conische Seilkörbe 256
Cylindrische Körbe mit kleinem Durchmesser . . 256
Eiserne Ketten 256
Seile aus Eisendraht 257
Anfertigung der Drahtseile am Harz 257
Werkzeuge hierzu 257
Anfertigung der Seile 258
Ueberzug des Seils 260
Ring, in welchem das Seil endigt 260
Gewicht 260
Kosten 261
Widerstand gegen das Zerreissen 261
Seilkorb 261
Verfahren bei der Anfertigung der Drahtseile zu Freiberg 261
Vergleichendes Gewicht der Draht- und der Hanfseile 263
Vergleichende Förderungen in einer gegebenen Zeit . 265
Anwendung der Drahtseile in dem Steinkohlenrevier von Essen-Werden in der preuss. Prov. Westphalen 266
Anfertigung und Anwendung der eisernen Drahtseile auf den Steinkohlengruben im Wormreviere bei Aachen. Seile mit einer Seele von Hanf . . . 267
Anfertigung der flachen oder platten Eisendrahtseile . 268
Benutzung der Drahtseile zur Haspelförderung . . 270
Wasserwaagen oder Förderung mittelst Gegengewichten 270
Einrichtung der Wasserwaagen, wenn die untersten Förderstrecken unter der Stollensohle liegen . . 273
Mittel, das Einfördern von Bergen zum Versatz und zum Ausfördern zu benutzen 273
Rampen oder flache Schächte mit Wasserwaagen . 275
Tonnen, Körbe und andere Fördergefässe . . . 278
Abtheilung der Förderschächte in zwei Trume . . 282
Kraft der Förderungsmaschinen 283
Entleerung der Fordergefässe an der Oeffnung der Förderschächte 283
Rätter zur Separation der Erze oder des Fördermaterials überhaupt nach seiner verschiedenen Grösse . 284
Maschine zum Entleeren der Körbe und blecherne Förderkästen 285
Vorrichtung zum Ausstürzen grosser Förderwagen . 285
Maschine zum Ausstürzen der Wagen 288
Setzsieb für die Staubkohlen 294
Förderungsmaschine der Steinkohlengrube Grand Hornu 295
Maschine zum Fahren der Bergleute in den Schächten 297
Gestänge von Drahtseil in dem Samsoner Schachte zu St. Andreasberg 299
Fahrkunst der Grube Tresavean 300
Fahrkunst des Herrn Warocqué 301
Transportkosten von Gütern auf verschiedenen Arten von Communicationen 303

Seite
Elftes Kapitel. Von der Wasserhaltung 306
Wasserlosungsstollen 306
Anlage der Wasserlosungsstollen 307
Die Dimensionen des Stollens 307
Betrieb der Wasserlosungsstollen 308
Vorsichtsmaasregeln, um zu verhindern, dass die Wasser nicht tieferen Bauen zufallen 308
Wasserhaltungsmaschinen 309
Wassereimer oder Tonnen 309
Paternosterwerke oder Kastenkünste 311
Hölzerne Pumpen von geringen Dimensionen . . 311
Grosse hölzerne Pumpen. Niedrige Sätze . . . 313
Hölzerne Kunstsätze, die bei'm Abteufen angewendet werden 315
Hohe Kunstsätze 316
Druckpumpen mit hohlem Kolben 317
Pumpen mit massivem Kolben 322
Pumpen mit Taucherkolben 322
Vortheile der Pumpen mit massivem Kolben gegen die mit hohlem 323
Die Luft häuft sich nicht in dem obern Theile der Kolbenröhre an 324
Pumpen mit massiven Kolben, welche sich in ausgebohrten Cylindern bewegen 325
Einrichtungen zur Erleichterung der Controle über den Zustand der Ventile 327
Verbindung mit metallenen Muffen 328
Taucherpumpen zu Huelgoat 328
Kolbenventile zu Huelgoat 329
Ventile mit doppeltem Sitz, wodurch Stösse und Erschütterungen vermieden werden 329
Mönchspumpe in dem Davider Richtschachte auf dem Grubengebäude Himmelfahrt sammt Abraham Fundgrube bei Freiberg 331
Die Mönchspumpen 331
Stellung der Kunstsätze in den Schächten . . . 334
Schachtgestänge 335
Vorsichtsmaassregeln gegen Brüche d Schachtgestänges 337
Vorrichtungen zu Huelgoat 338
Kolbenröhre, Steig- und Saugröhren 338
Kunstsätze in donlägigen Schächten 340
Einwirkung vitriolischer Grundwasser auf die gusseisernen Röhren 340
Ausfütterung der in Cornwall angewendeten Röhren mit Holz 340
Vorbereitung der Röhren mit trocknenden Oelen . 341
Eisenstärke der Röhren 342
Blecherne Röhren 343
Wandstärke der Ventilkästen 344
Aufstellung der Pumpen 344
Winden 344
Aufstellung von Kunstsätzen, welche durch ein Wasserrad, oder durch eine andere doppeltwirkende Triebkraft bewegt werden 345
Aufstellung von Pumpen in den im Absinken begriffenen Schächten 347
Vorrichtungen bei'm Absinken der Schächte in dem schwimmenden Kreidegebirge des nördlichen Frankreichs 348
Geschwindigkeit der Kolben und der Pumpenstangen . 350
Verlust 350
Passive Widerstände 351
Von den Bewegungs- oder Triebmaschinen . 355
Aufzählung der gebräuchlichen Maschinen . . . 355
Wasserräder 356
Nutzeffect einiger Wasserräder 359
Wassersäulenmaschinen 359
Steuerungsapparat 361

Seite

Kleiner hydraulischer Apparat zur Regulirung des Spiels der Steuerung 362
Steuerungsmechanismus 363
Mittel, um den Lauf des Treibkolbens zu verändern. Mittel, um die Maschine aufzuhalten 364
Steuerungskolben 364
Grösse der Vortheile, welche mit einer stufenweisen Steuerung verbunden sind 365
Dimensionen, welche dem Steuerungskolben zu ertheilen sind 366
Moderator zur Veränderung des Ganges der Maschine 366
Nebeneinrichtungen 367
Liederungen der Kolben und Stopfbüchsen . . . 368
Aufstellung der Maschine. Einrichtung des Ganzen derselben 369
Schachtgestänge 371
Zweites Gestänge. Eiserne Ketten 371
Steigröhren des Kunstsatzes 373
Verbindung der Röhrensäulen 373
Verlust der Pumpe 373
Vorsichtsmaassregeln gegen den Bruch der Pumpenstangen 373
Dampfmaschinen 374
Kessel 374
Das Ganze der Maschine 375
Spiel der Maschine 378
Cataract 379
Spiel der Ventile 379
Mittel, den Verbrauch der Dämpfe zu reguliren . . 380
Hauptdimensionen 381
Beobachtete Resultate. Geschwindigkeit des Kolbens . 382
Vortheile der Cornwalliser Maschinen. Regeln für ihre Aufstellung 384
Allgemeine Bemerkungen über die Dampfmaschinen . 385
Indicator Watt's, der von Mac-Naught und Andern verbessert worden ist 385
Aufstellung und Gebrauch des Indicators . . . 388
Die Oberfläche der Zeichnung oder des Risses giebt das Maass von der Triebkraft, die dem Kolben einer doppeltwirkenden Maschine mitgetheilt worden sind 389
Die Figur giebt die Umstände der Dampfertheilung an 390
Ursachen der Differenz des Dampfdrucks in dem Kessel und in dem Cylinder 391

Seite

Mittel, den Ueberschuss des Drucks in dem Kessel zu vermindern 392
Schädliche Wirkungen und Ursachen der Einmengung von flüssigem Wasser in den Dampf . . . 393
Einfluss der Masse der Gestänge auf die Bewegung des Kolbens und auf die Mitführung von Wasser . . 393
Masse, welche durch den Triebkolben der Cornwalliser Maschinen bewegt werden muss 394
Der Nutzeffect einer gegebenen Gewichtsmenge von Dampf hängt nicht allein von den Verhältnissen der Maschinen ab 394
Flüssigwerden des Dampfes in den Röhren und Cylindern 394
Mäntel um den Cylindern 395
Aeussere Erwärmung der Cylinder mittelst der heissen Gase, welche sich auf dem Roste des Heerdes entwickeln 395
Folgerungen aus den mitgetheilten Thatsachen . . 395
Verbesserungen, deren die Cornwalliser Maschinen fähig sind. Nutzeffect und Brennmaterialverbrauch derselben 396
Maschinen mit zwei Cylindern. Mittel, den schädlichen Einfluss des freien Raums aufzuheben . . . 398
Wirkliche Ursachen des grossen Nutzeffects der Cornwalliser Maschinen 399
Der Balancier kann bei der Wasserhaltungsmaschine weggelassen werden 400
Von den Heerden und Kesseln 400
Wassermenge, welche durch 1 Kilogr. Steinkohlen verdampft wird 401
Wassermenge, welche in den Cornwalliser Kesseln verdampft wird 401
Watt'sche Kessel für Niederdruck und Cornwalliser Kessel für mittlern Druck 401
Cylindrische Kessel der Grube Rocher-Bleu . . 406
Die Kessel mit weiten innern Röhren sind den Explosionen mehr unterworfen, als die einfachen cylindrischen Kessel 406
Heizkraft verschiedener englischer Steinkohlen . . 407

Zusatz. Neue Verbesserungen des Erdbohrers von Herrn Kind 408

Nachwort des Uebersetzers 413

BSB Bayerische StaatsBibliothek

MDZ Münchener DigitalisierungsZentrum Digitale Bibliothek

Combes, Charles Pierre Mathieu,

Handbuch der Bergbaukunst oder die Lehre von der Aufsuchung und Gewinnung der nutzbaren Mineralien mit einem Atlas ...

Bd.: 2

Weimar (1845)

4 Metall. 65 s-1/2
urn:nbn:de:bvb:12-bsb10228287-8